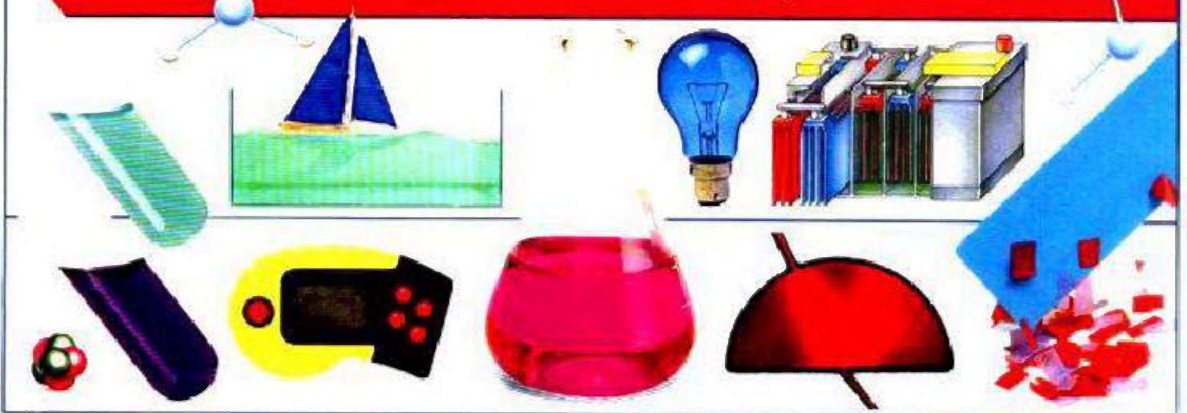




الموسوعة



العالمية الشاملة

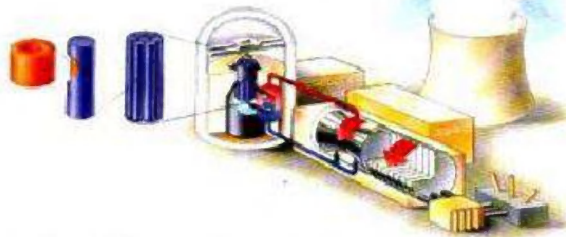


الموسوعة العلمية الشاملة



المرجع العلمي الأساسي للعلماء الشباب

- أكثر من ألفي مدخل تفالج قرابة ٢٥٠ موضوعاً رئيسياً في مختلف مجالات العلم الحديثة مرتبة موضوعياً لتيسر لك تناول المفاهيم والمسائل العلمية وعلاقاتها والقوانين التي تحكمها.
- أكثر من ٢٥٠٠ صورة وخريطة ومخطط بياني ملونة تُصفي على المادة العلمية وضوحاً وحيوية.
- قسم خاص بالحقائق والمعلومات والجداول الزمنية للراجعة المستعجلة، مع مسترد يعرف مئات المصطلحات العلمية الواردة في النصوص.
- فهرس عام شامل بـ ٥٠٠٠ مادة الموسوعة، ألفبائي الترتيب، يمكنك من التوصل إلى مطلبك بسهولة وسرعة.
- مرجع مكمل لبرامج العلوم الحديثة في المناهج المدرسية حتى المرحلة الجامعية - هو في الواقع مكتبة علمية في جلد يضع العلم الحديث في متناول كل بيت.



مكتبة لبتات ناشرون

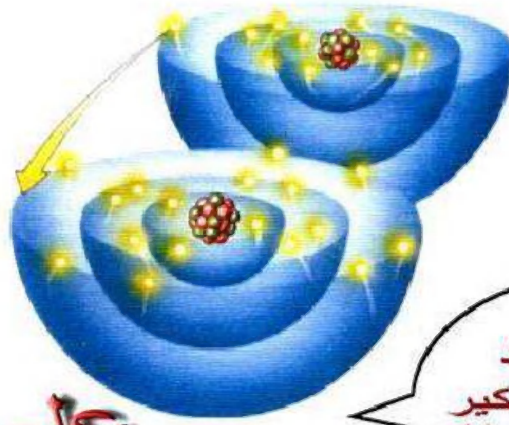
ISBN 9953-33-776-4



9 789953 337760

SCIENCE ENCYCLOPEDIA
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

الموسوعة العالمية الشاملة



علي مولا

القراءة زاد
المعرفة والتفكير
لتسخير المعرفة

إعداد

أحمد شفيق الخطيب

يوسف سليمان خير الله

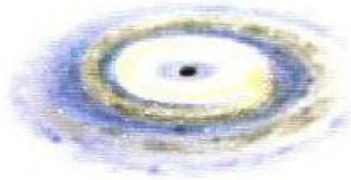
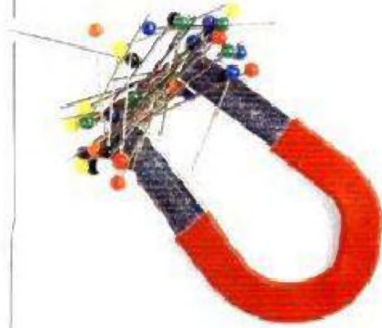
رئيس التحرير

أحمد شفيق الخطيب

مكتبة لبنان ناشرون



الموسوعة العلمية الشاملة



مكتبة لبنان ناشرون

المحتويات

٨١

المواد

- ٨٢ صناعة الكيماويات
- ٨٣ الماء - معالجة وصناعاته
- ٨٤ الحديد والصلب
- ٨٦ النحاس
- ٨٧ الألومنيوم
- ٨٨ السبائك
- ٨٩ حامض الكبريتيك
- ٩٠ الأمونيا
- ٩١ الكيماويات الزراعية
- ٩٢ صناعة الأغذية
- ٩٤ صناعة البتروكيماويات
- ٩٥ الصابون والمنظفات
- ٩٦ منتجات الفحم
- ٩٧ منتجات الغاز
- ٩٨ منتجات النفط
- ١٠٠ المنكورات
- ١٠٢ الأشغال والحطب
- ١٠٣ مستحضرات التجميل
- ١٠٤ الكيماويات في الطب
- ١٠٦ المواد النسيجية
- ١٠٧ الألياف
- ١٠٨ الورق
- ١٠٩ الخزفيات
- ١١٠ الزجاج
- ١١١ تقسيم المواد
- ١١٢ التلوث الصناعي



١١٣

القوى والطاقة

- ١١٤ القوى
- ١١٦ جمع القوى ومصلاتها
- ١١٧ القوى المتوازنة
- ١١٨ الشد
- ١١٩ الشد

٤٢ البترول

٤٣ الفسفور

٤٤ الأكسجين

٤٥ الكبريت

٤٦ الهالوجينات

٤٧ الهيدروجين

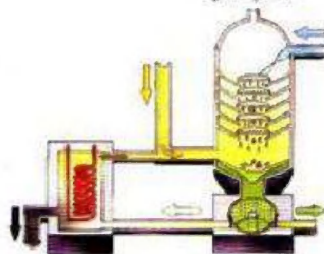
٤٨ الغازات النبيلة



٤٩

التفاعلات

- ٥٠ النظرية الحركية
- ٥١ سلوك الغازات
- ٥٢ التفاعلات الكيميائية
- ٥٣ توصيف التفاعلات
- ٥٤ التفاعلات العكسية
- ٥٥ سرعة التفاعلات
- ٥٦ المحفزات
- ٥٨ المعزقات والمزيجات
- ٦٠ المحاليل
- ٦١ فصل المزيجات
- ٦٢ التحليل الكيميائي
- ٦٤ الأتسدة والاختزال
- ٦٦ سلسلة التفاعلية
- ٦٧ الكهرباء (التحليل بالكهرباء)
- ٦٨ الحوامض
- ٧٠ القلويات والقواعد
- ٧٢ قياس الحمضية
- ٧٣ الأملاح
- ٧٤ كيمياء الهواء
- ٧٥ كيمياء الماء
- ٧٦ كيمياء الجسم البشري
- ٧٨ كيمياء الأغذية
- ٨٠ الاختصار



٩٠-٨

إرشادات وإيضاحات

١٠

المسارات التأويحية

- ١٠ تعرف المادة وأسرارها
- ١١ تعرف خفايا الطاقة واستخداماتها
- ١٢ تعرف خفايا الأرض والفضاء
- ١٣ تعرف الكائنات الحية ودراستها

١٥-١٤

العلماء - كيف

وماذا يعملون!

١٦

قواعد السلامة وزمورها



١٧

المادة

- ١٨ حالات المادة
- ٢٠ تغيرات الحالة
- ٢٢ خصائص المادة
- ٢٤ البنية الذرية
- ٢٦ النشاط الإشعاعي (الفاعلية الإشعاعية)
- ٢٨ الترابط الكيميائي
- ٣٠ البلورات
- ٣١ العناصر
- ٣٢ الجدول الدوري للعناصر
- ٣٤ البلورات القلوية
- ٣٥ فلزات الأرض القلوية
- ٣٦ الفلزات الانتقالية
- ٣٨ الفلزات الوضعية
- ٣٩ أشباه الفلزات
- ٤٠ الكربون
- ٤١ الكيمياء العضوية

- ٢١٦ البراكين
٢١٨ نشوء الجبال
٢٢٠ الهزّات الأرضيّة
٢٢١ الضخور والمعادين
٢٢٢ الضخور البركانيّة
٢٢٣ الضخور الرسوبيّة
٢٢٤ الضخور المتحوّلة
٢٢٥ الأخافير
٢٢٦ المشخّور سبجلاّت جيولوجيّة
٢٢٨ الجليد والمثلجات
٢٣٠ النخويّة والشّحات
٢٣٢ أنواع التّربة
٢٣٣ الأنهار
٢٣٤ البحار والمحيطات
٢٣٥ الأنواع والمُدّر (المُدّ والخزّر)
والتيّارات
٢٣٦ خطّ الساحل
٢٣٨ الفخّم
٢٣٩ القُطّ والغار
٢٤٠ رُسْمُ غرائط الأرض



٢٤١
الطّفّس

- ٢٤٢ ضياء الشّمس
٢٤٣ الفضول
٢٤٤ المناخ
٢٤٦ المناخات المتغيرة
٢٤٨ الحقّ
٢٥٠ صقّط الهواء
٢٥١ درجات الحرارة
٢٥٢ الرّطوبة
٢٥٣ التّجيهات الشّاعية
٢٥٤ الرّيح
٢٥٦ قوّة الرّيح
٢٥٧ الرّعد والبرق
٢٥٨ الأعاصير
٢٥٩ الأعاصير الدّواميّة
٢٦٠ السّحب
٢٦٢ تكوّن السّحب
٢٦٣ الضباب والثلّورة والضّحان
٢٦٤ المطر
٢٦٦ الثلج
٢٦٧ البَرَد
٢٦٨ السّقيّ والثلّديّ والجليد
٢٦٩ تأثيرات خاصّة
٢٧٠ التّنبؤ بالأحوال الحويّة
٢٧٢ رُصد الطّفّس



١٧٧
الصّوت والصّوّه

- ١٧٨ الصّوت
١٨٠ قياس الصّوت
١٨١ جهازة الصّوت
١٨٢ إحدات الصّوت وسماحه
١٨٤ انعكاس الصّوت وامتناعه
١٨٦ الأصوات الموسيقيّة
١٨٨ تسجيل الصّوت
١٨٩ الأصوات الإلكترونيّة
١٩٠ الصّوّه
١٩٢ القنّيف الكهزمغناطيسيّ
١٩٣ مضادّ الصّوّه
١٩٤ الانعكاس
١٩٦ الانكسار
١٩٧ الغدسات
١٩٨ الألات البصريّة
١٩٩ البيازير
٢٠٠ الصّوّه والمادة
٢٠١ الطّلال
٢٠٢ الأقوان
٢٠٣ الانشطار الذّوئيّ
٢٠٤ الإيضار
٢٠٦ التّصوير الفوتوغرافي
٢٠٨ السينما



٢٠٩
الأرض

- ٢١٠ تكوّن الأرض
٢١٢ بُنية الأرض
٢١٤ الغازات المتحرّكة

- ١٢٠ القوّة والحركة
١٢١ الإحتكاك
١٢٢ الجاذبيّة
١٢٣ قياس القوّة
١٢٤ قوّة الدّوران والتدوير
١٢٥ الحركة الدائريّة
١٢٦ الاهتزازات
١٢٧ الضّغط
١٢٨ القوّة في الموائع
١٢٩ التّلقؤ والغفّس
١٣٠ الميكينات
١٣٢ الشّغل والطّاقة
١٣٤ مضادّ الطّاقة
١٣٦ الطّاقة النوويّة
١٣٨ تحولات الطّاقة
١٤٠ الحرارة
١٤٢ انتقال الحرارة
١٤٣ المتحرّكات



١٤٥
الكهرباء والمغناطيسيّة

- ١٤٦ الكهربائيّة الساكنة
١٤٨ الكهرباء التّيارية
١٥٠ الخلايا والتّيارات
١٥٢ الدّارات الكهربائيّة
١٥٤ المغناطيسيّة
١٥٦ الكهزمغناطيسيّة
١٥٨ المتحرّكات الكهربائيّة
١٥٩ المولدات
١٦٠ موارد الكهرباء
١٦١ الكهرباء في البيت
١٦٢ الاتّصالات البعاديّة
١٦٤ الرّاديو
١٦٦ التّلفزيون
١٦٨ مقوّمات إلكترونيّة
١٧٠ الدّارات المتكاملة
١٧٢ الحاسبات
١٧٣ الحواسيب
١٧٥ إستخدام الحواسيب
١٧٦ الرّووتونات



٣٦٩ البيئيات

- ٣٧٠ الغلاف الحيوي
- ٣٧٢ دورات في الغلاف الحيوي
- ٣٧٤ البشر وقتهم
- ٣٧٦ الفضلات وإعادة تدويرها
- ٣٧٧ السلاسل والشبكات الغذائية
- ٣٧٨ الجماعات الحيوانية
- ٣٧٩ التماثل المشترك
- ٣٨٠ اللون والتمويه
- ٣٨١ الهجرة والإسبات
- ٣٨٢ مناطق القطبين والتندرا
- ٣٨٤ الجبال
- ٣٨٥ الشواطئ
- ٣٨٦ المحيطات
- ٣٨٨ الأنهار والبحيرات
- ٣٨٩ المناطق الرطبة
- ٣٩٠ الصحاري
- ٣٩٢ السهوب العشبية
- ٣٩٤ الغابات المطيرة الاستوائية
- ٣٩٦ غابات المنطقة المعتدلة
- ٣٩٧ الجبال والحدود
- ٣٩٨ الحياة البرية في خطر
- ٤٠٠ الحفاظ على البيئة الطبيعية

٤٠١ - ٤٢٥

حقائق ومعلومات

٤٢٦ - ٤٣٣

مسرد التعريفات

٤٣٤ - ٤٤٥

الفهرس العام

- ٣١٥ الفطريات
- ٣١٦ اللازهريات
- ٣١٧ الشنوبريات
- ٣١٨ الباتات الزهرية
- ٣٢٠ قنديل البحر وشقائق البحر والمرجان
- ٣٢١ الثدييات
- ٣٢٢ المفصليات
- ٣٢٤ الرخويات
- ٣٢٥ نجم البحر والرخويات
- ٣٢٦ الأسماك
- ٣٢٨ الزماعات
- ٣٣٠ الزواحف
- ٣٣٢ الطيور
- ٣٣٤ الثدييات
- ٣٣٦ الزنبقيات



٣٣٧

الكائنات الحية كيف تعمل

- ٣٣٨ الخلايا
- ٣٤٠ التخليق الضوئي
- ٣٤١ نظام النقل في النبات
- ٣٤٢ الغذاء
- ٣٤٣ الاغتذاء
- ٣٤٤ الإنسان والحيوان
- ٣٤٥ الهضم
- ٣٤٦ التنفس الخلوي
- ٣٤٧ التنفس
- ٣٤٨ الدم
- ٣٤٩ الدورة الدموية
- ٣٥٠ البيئة الباطنية (في الأحياء)
- ٣٥٢ الهياكل الداعمة
- ٣٥٤ الجلد
- ٣٥٥ العضلات
- ٣٥٦ الحركة
- ٣٥٨ المخواس
- ٣٦٠ الأعصاب
- ٣٦١ الدماغ
- ٣٦٢ النمو ومراحله
- ٣٦٤ الوراثة
- ٣٦٦ التكاثر اللاجنسي
- ٣٦٧ التناسل الجنسي
- ٣٦٨ التناسل البشري



٢٧٣ الفضاء

- ٢٧٤ الكون
- ٢٧٥ أصل الكون
- ٢٧٦ المجرات
- ٢٧٨ النجوم
- ٢٨٠ دورة حياة النجوم
- ٢٨٢ الكويكبات (الأبراج)
- ٢٨٣ النظام الشمسي
- ٢٨٤ الشمس
- ٢٨٦ غطارة والزهرة
- ٢٨٧ الأرض
- ٢٨٨ القمر
- ٢٨٩ المريخ
- ٢٩٠ المشتري
- ٢٩١ زحل
- ٢٩٢ أورانوس
- ٢٩٣ نبتون وبلوتو
- ٢٩٤ الكويكبات
- ٢٩٥ الشهبان والمذنبات
- ٢٩٦ علم الفلك
- ٢٩٧ التلسكوبات الأرضية
- ٢٩٨ تلسكوبات الفضاء
- ٢٩٩ الصواريخ
- ٣٠٠ السوائل (الأقمار الصناعية)
- ٣٠١ السواحل الفضائية
- ٣٠٢ الإنسان في الفضاء
- ٣٠٤ المحطات الفضائية



٣٠٥

الكائنات الحية

- ٣٠٦ ماهية الحياة
- ٣٠٧ كيف بدأت الحياة
- ٣٠٨ النمو والتطور
- ٣٠٩ آليات التطور
- ٣١٠ تصنيف الكائنات الحية
- ٣١٢ الحشرات (الفيرسات)
- ٣١٣ الحراشيم (البكتيريا)
- ٣١٤ المتعضيات الوحيدة الخلية

إِرْشَادَاتٌ وَإِضَاحَاتٌ

الزواحف. عندما تطلُب مدخلًا حول موضوع ما، أنظر أولاً موقعه في صفحة المحتويات أو أطلبه في الفهرس لإيجاد الصفحات التي تحوي معلومات حول الموضوع الذي تُريده.

تُبين لك هاتان الصفحتان طريقة استخدام الموسوعة وتقسيماتها. هنالك اثنا عشر مبحثًا عامًا، كالنفاعلات والكائنات الحيّة. وضمن كل مبحث هنالك مدخل رئيسي حول الموضوع، مثل كيمياء الأغذية أو

الفهرس في نهاية الموسوعة يدرج كامل مواد الموسوعة ومدخلها.

رقم الصفحة بالحرف العادي
يُحيلك إلى المرجع حين
مواد الموسوعة.
رقم الصفحة بالحرف الأسود
يُحدد المدخل الرئيسي.
أما رقم الصفحة بالحرف المائل
فيُحيلك إلى الصفحات ضمن قسم
حقائق ومعلومات.

المُباحث العلميّة
المعلومات في هذه الموسوعة مُرتبة حسب المواضيع. فكل مدخل يُعطي معلومات وافية عن موضوع مُعين؛ وهذا يناسب بخاصة الطلاب الذين يُحضرون مشاريع علميّة عليّة. وبمراجعة صفحات أخرى في القسم نفسه يمكنك أن تتقن جوانب الموضوع وتوسّع تفاصيله. هذه الصفحات عن موضوع التحليل الكيميائي مثلاً، هي من قسم النفاعلات. فالكلمات والطُور تبرز مواضيع أخرى وثيقة العلاقة بهذا الموضوع، كالاستشراب واختبارات الذهب، بأشلوب واضح مُشوّق.

لمزيد من المعلومات انظر

البينة الذريّة ص ٢٤
المُرتقات والتزيينات ص ٥٨
فصل التزيينات ص ٦١
مصادر الضوء ص ١٩٣
الوراثيات ص ٣٦٤
حقائق ومعلومات ص ٤٠٤

لمزيد من المعلومات

في أسفل الزاوية اليسرى من كل صفحة إطار يُدرج ضمنه قائمة بصفحات أخرى من الموسوعة نجد فيها تزييناً من المعلومات عن موضوع بحثك. مثلاً إطار التزيين من المعلومات في صفحة التحليل الكيميائي يُورّد قائمة من ستة مدخل وثيقة العلاقة بالموضوع مع أرقام صفحاتها.

إطار لمزيد من المعلومات عن مصادر الضوء يُحيلك إلى أربعة متداخل ذات علاقة بالموضوع هي: الغازات النبيلة، النفاعلات الكيميائية، موارد الكهرباء، والألوان.

البينة الذريّة لمُعين لك شبيحة الذرات وتكوّنها.

في موضوع «مصادر الضوء» شرح لأسباب ابتعاد الذرات للضوء عند إجهادها - وكيف أن خطوط الطيف الضوئي المنفصلة من الضوء تستخدم لتحديد قوّته.

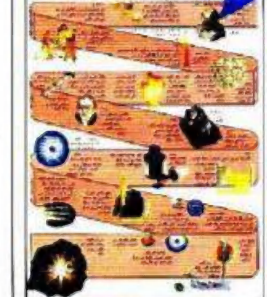
الوراثيات تُبين لك كيف أن الوراثة الكيميائي في دنا يجعل كل مخلوق قريباً.

الوراثيات (علم الوراثة)

المسارات التاريخية

تتصدّر الموسوعة أربعة مسارات تاريخيّة تعرض التسلسل الزمني لتطوّر فروع العلم المختلفة من أقدم العصور حتى العصر الحاضر. تتناول هذه المسارات حول المباحث التالية: المادة، الطاقة، الأرض والقضاء، والكائنات الحيّة.

تاريخ علمنا




صفحات المحتويات تدرج قائمة بموضوع كل صفحة تحت عنوان مبحثه العام.

يُدرج الفهرس قائمة بجميع مواضيع الموسوعة والصفحات التي تعالج هذه المواضيع. كل مُدخل رئيسي مُفصّل في صفحة أو صفحتين.

تَعْرِفُ خَفَايَا المَادَّةِ

٤٠٠ ق.م. الفيلسوفان اليونانيان ديموقريطس وأبيقور.
يعلمان أن المادة تتألف من ذرات دقيقة دائية الحركة، لا يمكنها بالحواس، لا تقسم ولا تفسى.




ديموقريطس

عَلَّ الناس على قنات
التي يعتقدون بظرفية أرسطو إن
عناصر المادة الأساسية أربعة هي:
النار والماء والتراب والهواء.


اعتبر الفلاسفة أن هذه الجسيمات تمثل ثلاث عناصر
الأربعة النار والماء والتراب
والهواء.

٣٠٠ ق.م.
كان الفيلسوفان اليونانيان، أرسطو وأرسطو يعتقدان بإمكان استمرارية تقطيع المادة إلى قطع أصغر فأصغر.

الجزءيون المتهرة، كالمخالفين
والعناصرين والخزائن، تم
خبرة الشفقات
الصناعية.




١٦٦١
انتشر جزيئات
الحار (البروم) في
هواء المشايخ.



توزيع
نواة قصدير
والقوى لتكوين
نظير القصدير
(دفع الطعام)


١٦٦١
إرتأى العالم الأيرلندي، روبرت بويل، أن نظرية ديموقريطس (الذرات الدقيقة المتحركة) أفضل من عناصر أرسطو الأربعة لتفسير التفاعلات الكيميائية.



استخدام القطع
الفلزية في الشحن
الكهربية.


العالم الفرنسي أنطوان
لافوازييه (١٧٤٣-١٧٩٤) بين دور
الأكسجين في الاحتراق وتفاعلات
أخرى، وبذلك فرضت
اللاهوت.

الاحتراق
الحرارة وينتفخون
خصائص الغازات
المكتشفة حديثاً مثل
ثاني أكسيد الكربون.



١٨٠٨
الكيميائي البريطاني، جون
دالتون، أدخل المفاهيم
المصرية للمختبر
والمرقيات وألهاها من ذرات
وخرجات.


١٨٣٠
الكيميائي الألماني برنارد
على الكربون كأساس
للكيمياء العضوية (كيمياء
الكائنات الحية).



يتكون الفحم
الساحل من
الكربون.


١٨٣٠
الكيميائي الألماني برنارد
على الكربون كأساس
للكيمياء العضوية (كيمياء
الكائنات الحية).

في العام ١٩١٤ اكتشف أن
نواة تدور نواة صغيرة كبيرة
بها إلكترونات أصغر.




١٨٩٧
اكتشف الإلكترونات بواسطة
الفيزيائي البريطاني، ج.ج.
طومسون، ثم أن القدرات
ليست أصغر الجسيمات.


١٨٦٩
الكيميائي الروسي، دميتري مندلييف، تيسيط الجدول
البيوري الذي يربط
العناصر في
مجموعات متماثلة
تتأ لأوزانها الذرية.
جدول البيوري للعناصر.




استخدام
الأشعاع والشمس
الاصطناعية لتكوين
الجور.




استخدام الأشعة السينية،
المعروفة بالأسعة أصلاً، مُكتشفة
لتوفير معلومات طبية مفيدة،
وتتميز الأطباء من مشاهدة دواخل
الجسم وتشخيص العائل فيه.




إنتاج الأجهزة التلفزة
بالخامة من لبنة الكاثود
الترنيمية المُشعَّة، وتُعرف
صناعة الدقائق إلى صناعة
عالمية جديرة.




١٩١٥-١٩٣٩
البحث يتركز خلال الحرب العالمية الثانية
على صناعة القنبلة الذرية وعلى طيار النيسين
النساع الجوي الفاعل ضد المكنية.



العشاء يسيرون بواجب
النراء المكنية للذرات،
واكتشاف جسيمات أصغر بكثير من
النواة كالنيوترونات والبيوترونات.




لا يزال العلماء
يحاولون تفكي أسرار
الكون وبدايات
خلقه.




اكتشاف الفوتونات داخل
النيوترونات والبيوترونات


تواصل الفيزيائيون
اكتشاف جسيمات صغيرة تون الذرية
أصغر فأصغر مثل المكنيات.



تصنيع الملاجي
الرخيصة من
الأشعة
الاصطناعية
كالنيوترون.



نواة ذرية للنيوترون،
المكتشف من الفوتون، جويكا
جديدة شديدة تفرق وتلف
من عكسات.



تَعْرِفُ خفايا الطَّاقة واستخداماتها

على مدى مئات السنين، طُلّت نظريات وأفكار الفلاسفة اليوناني، أرسطو، شُيِّطَتْ على مختلف محاولات الفكر والسرعة.

1700-1800

الغريزاني وعالم الفلك الإيطالي، غاليليو. يؤكِّد على استخدام التجربة والاختبار والقياس الرياضي في توضيح أسرار الطبيعة.

عالم الرياضيات اليوناني، أرسطو، يوضح مبادئ علم الميكانيكا ويشرح الكثير من الديناميكا والآلات البسيطة.

1900-1950

جيمس كليرك ماكسويل، الفيزيائي، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

الحضارات الأولى تعتمد على قوة الرياح وعلى القوة العضلية في الشُّر والبناء، وتستخدم الحطب كمصدر حرارة.

1800-1900

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

جيمس كليرك ماكسويل، الفيزيائي، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

1700-1800

إسحاق نيوتن، يشرح طبيعة الضوء كجسيمات.

تَعْرِفُ خَفَايَا الْأَرْضِ وَالْفَضَاءِ

شعوب الحضارات القديمة لديهم آراء متباينة
حول الكون. فالهنود يرون أن الأرض يحيطها
أربعة بيوت تلت بذورها على ظهر نهج صخرة

فمعظم فلاسفة الإغريق
يرتأون أن الأرض ثابتة
في مركز الكون.

التيط الإغريق حرًا مَنَعَةً مَعْقِدَةً إِنَّمَا
مُسْتَوْجِبَةٌ مِنْ عَقَابِهِمْ بِالْمَحْلُوقَاتِ
الْأَسْلُوبَةِ



سورة طه التي اتممت
تعالى

عالمیوں نے بڑی نظر سے اس کو دیکھا اور مستخدم
مقررہ (پیشگوئی) کو دیکھ کر
والکام۔

1028

عَلَى الْمَلِكِ

الارضي، كويرنكوس، ويحيى ان شلوك
لاجرام السماوية يمكن تعاليله صورة الحصل اذا كانت
الارض هي التي تدور حول الشمس

14A1

2000

هرشل، يرسم خرائط للنجوم ويكتشف
كوكب جديد هو كوكب أورانوس.

المتكشرون، من أمثالهم
فوك، بقرمون حاتم، عليه طيبه تحسن
العرفه وقرانته المعلومات المتجذبه من
لكن من الشات والخوان
التجتمعات

صفحة من
يوميات هـ ر ش ل

للوكي الحظوظ

الآيات الحديثة الأكثر
التي تمكن الناس من
سحب وتخزين
الماء، وبهذا يمكنهم
الحياة.

بذلک اہل قبل و شیعہ
مفہوم اسحق یونی
و مقولہ نظم
کراچی مرکزہ
الشہرہ و نقلہ الی
انوار قوی الجادۃ

10

شعب الأصراطوط
تطلق مشاريع
المدى يوم الحرائط
طانات الشطراية
العالم من حولنا

تاريخ بصرى الكون

الحيوان الحيواني، تشاور لايلي،
يرتفع اذ الارض تلتصق للثغرات،
تدريجاً منذ ظهور
الحيوان.

943A

عاز الله
الأرض

١٨٨٩-١٨٨٠
معظم العلماء
الطيرة والكهنة
يستلزل غير
يحيط بالأرض

تَزِيدُ لَهُ
الْعِلْمَ بِأَنَّهُ
تَقْوَى لَهُمْ نَافِعٌ
وَعِلْمُهُمْ

مجلس الأئمة
مجلس الأئمة

1

۱۰۰

أوقات المتحولة

رغم مسيرته لأربعين
سنة في الجيوش
العثماني، الفريد والغير،
يحدد أمير أمبي لبقته
لوائحه الجديدة حول
الاجراف العائلي

١٩٣٥
بتواضع تناصر
معرفنا للكل
باكتشاف بنو
وقداسة المجر
الأعزى

أدبنا في هذا الكتاب في حقل
الدراسات الإنسانية والفنون.

التبصير بالراهب
شكر من
واسطعلاج الكون الجديد
وإنما في العالم نظر
مروعة الكون وشبه

سائر المملوكين بحسب ما في القاموس.

العلماء بطريركاً مطريرين في الكنيسة
غير مرة القول في جليله فريد يسلموه
الانحياز العظيم

الشيء بحول
الغنى فبح
بالق الذلة بساعة
الحواشي الفائلة
والسوانح الدائرة حول
الأرض.

من كيون وانثوس
بقون سر كيات
ماية ماهولة لانت كشاف
من وثلون الثوامر بعذا
من القضاء

خط الانجراف القاربي
المكونة النوية

رَأَيْتُ النُّجُومَ فِي مَشْرِقِ لُبْلُوبِ
تَنَظَّرْتُ مِنَ النُّجُومِ الْقَمَرِيَّةِ
تَعَارَفْتُ سَطْحَ الْقَمَرِ عَامَ ١٩٦٩

يَسْتَقِرُّ الْعِلْمُ الْكُلُّ بِكَفْلَانِهِ
فَسَلِمَ الْفَلَدُ مِنْ مَقْلَانِ صَغِيرَةٍ
خَلَّتْ فِيهَا الْإِنْفِاقُ الْمُتَمَرِّمُ

تَعْرِفُ الكائنات الحية ودراستها

الأسس في حضارات مصر القديمة يحسبون بأن الآلهة الوثيقة المشقة بالنبات والحيوان تأثر في حياتهم.

النباتات في الحضارات القديمة - قديمة

مخطوطة من القرن الرابع عشر تُسجل أمراض الفيل

الطبيب الإغريقي أبقراط فيلسوف (460-370) ق.م. يُنسب إليه اكتشاف أن جسم الإنسان يتكون من أربعة عناصر.

الفيلسوف اليوناني - أرسطو، يُنسب إليه أهمية دراسة الحيوانات وتصنيفها.

1543

الطبيب الإيطالي ليوناردو دا فينشي، أول من وصف القلب والرئتين قبل ثلاثة قرون.

1543

الطبيب الهولندي ريموند فيشلي، أول من وصف خلايا الدم الحمراء.

1543

مع تيشن الأجهزة والآلات، يتم فحص البنية المجهرية لأجزاء مختلفة من النبات والحيوان بتفاصيل أدق.

عالم الطبيعة الفرنسي، جورج لويس بونيفي (1707-1788)، يقول باحتمال تطوُّر الكائنات الحية من الحشرات. تدرج في كتابه "نظام الطبيعة" الأحافير كدليل على تطور الكائنات.

1785

الطبيب الفرنسي، جيمس كوفييه، يُنسب إليه اكتشاف أن الأحافير تُشير لتطور الكائنات.

عالم النبات الهولندي، كارل لينيوس، ينفذ نظام التصنيف للنباتات والحيوانات. يُنسب إليه اكتشاف أن جميع الكائنات الحية تتطور من خلايا بسيطة.

1785

الطبيب الهولندي ريموند فيشلي، أول من وصف خلايا الدم الحمراء.

1785

مع تيشن الأجهزة والآلات، يتم فحص البنية المجهرية لأجزاء مختلفة من النبات والحيوان بتفاصيل أدق.

الطبيب الفرنسي، جيمس كوفييه، يُنسب إليه اكتشاف أن الأحافير تُشير لتطور الكائنات.

1785

الطبيب الفرنسي، جيمس كوفييه، يُنسب إليه اكتشاف أن الأحافير تُشير لتطور الكائنات.

1785

الطبيب الهولندي ريموند فيشلي، أول من وصف خلايا الدم الحمراء.

1785

مع تيشن الأجهزة والآلات، يتم فحص البنية المجهرية لأجزاء مختلفة من النبات والحيوان بتفاصيل أدق.

1785

الطبيب الفرنسي، جيمس كوفييه، يُنسب إليه اكتشاف أن الأحافير تُشير لتطور الكائنات.

1785

الطبيب الهولندي ريموند فيشلي، أول من وصف خلايا الدم الحمراء.

1785

مع تيشن الأجهزة والآلات، يتم فحص البنية المجهرية لأجزاء مختلفة من النبات والحيوان بتفاصيل أدق.

العلماء - كيف وماذا يعملون؟

مخبري يفحص الدم في مستشفى أو مستوصف إلى رياضي فيزيائي يدرس أصل الخليقة إلى عالم نبات يجمع عينات التيت النادرة إلى كيميائي يطور نوعاً جديداً من منكهات الطعام، كلهم علماء ينشغلون بالعلم عالمياً أفضل.



عالمون يجرّون تجربة تجديلية

العلماء أناس من مختلف المشارب ومناحي الحياة، رجالاً ونساء، همهم إدراك الحقيقة والمعرفة المنظمة حول مواضيع معينة بمنهجية علمية مقررّة تؤدي إلى فهم أفضل لحقائق الكون وقوانينه وإيجاد طرائق وأساليب لتحسين العيش فيه. فمن تقني

العلماء - من هم؟

العلماء المعاصرون رجال ونساء محترفون متخصصون، يستهدفون بأعمالهم تقني الكون من حولهم، وابتداع طرقي فاعلة جديدة لاستخدام موارده. قليل من العلماء يصيغ من المشاهير إثر اكتشافات باهرة قلّة، ولكن الملايين منهم، يعملهم الدؤوب الدقيق والمنضبط، يسهمون بتقدم المعرفة العلمية وتحسين نوعية الحياة.



لويس باستير (1822-1895) اكتشف قفاح لقاح لداء الكلب.

متوابع العلم

العلماء يعملون عملهم لأهم يتحدون الرضا النفسي الذاتي فيه، ولأنّ التقدم العلمي يقود المجتمع.

تجربة قنبلة نووية في صحراء نيفادا بالولايات المتحدة الأمريكية.



إيجابيات العلم وسلباته

يتمدّ عالمنا الحديث على التكنولوجيات والكهرباء، والسيارات واكتشافات واختراعاته علمي أخرى لا تحصى. فحياة الملايين من البشر أفلحت بفضل أفعوى كاليسلين، أو لقاحات كلفاح الجدري. غير أنّ بعض الناس يحشون العلم مسؤولية بعض الكوارث العالمية النطاق كالتساقط النووي، والتلوث وتزريق طبقة الأوزون.



تساقط نووي في سلاسله، فكتلها

المسؤولية الأدبية

على السياسيين والاقتصاديين والعلماء والمثقفين الاجتماعيين أن يتفكروا ما إذا كانت بعض التجارب كإتداء التفجرات في مفاعل لوزو أو محاولة تضخيم خلل زراعي في بطل ستعود على المجتمع بالنفع أو الضرر.



ألبرت آينشتاين (1879-1955)

متوابع شخصية

كثير من الناس ينشغلون العلم بهمة لا يقدّم لهم تحدياً مثيراً. فتحقق اكتشاف علمي بارز قد يحلب معه الشهرة العالمية والثروة والجوائز المهمة كجائزة نوبل.

أين يعمل العلماء؟

تصوّر وتصور عادة أن العلماء يعملون في مختبرات، لكن الكثير من الدراسات تجري في بيئات إجرائها خارج المختبرات. فعملهم البيولوجيا والنباتات والحيوانات في بيئاتها الطبيعية وعلم الأحياء الجزيئية (دراسة الخلية)، والهندسة (علم تطوير وتحسين المحاصيل الزراعية) كلها مجالات علمية تتطلب تجارب على الطبيعة خارج المختبرات.



تقبل هذه العائنة شجرة التلطيح الضوئي في حقل لإنتاج الزيت من بذر الشليم

عالم تجري تجارب في الهندسة الوراثية.

الخواديم

كثيراً ما تستخدم التجارب العلمية الخواديم لإجراء الحسابات الرياضية المعقولة المعقّنة بسرعة ودقة، وسنقدّر هذه الخواديم أيضاً لتخزين وتظيم مجموعات ضخمة من الحقائق والمعلومات.



قريب البحوث

الاختراعات العلمية الحديثة بالغة التعقيد، لذا تجد مجسوة الباحثين يعملون كفريق، كلّ تخصص منهم يسهم بمعارفه ومهاراته الخاصة لإنتاج العمل. بعض العلماء ينظمون عمل الفريق ويراقبون أجهزة الاختبارات.



الأجهزة والمنهذات العلمية

تحتل المناظير المعقّنة بالهليوم أجهزة الفحص إلى الجو لتتبع المعلومات عن درجات الحرارة والضغط وسرعة الرياح على ارتفاعات مختلفة.

الاختبارات العلمية

إجراء التجارب أساسي وضروري لإدعاء العلم. فاختبارهم نتائج تغير بسيط في العالم الطبيعي يستطیع العلماء الحصول على معلومات وأفكار عن أسرار الطبيعة. واختبارهم النظريات المثبتة ومقارنتها، يستطيعون اختبار أفضلها لتعليل أحداث الكون من حولهم وتوليد معادلات وكيمائيات وتقنيات جديدة تقاوم

الملاحظة

بعض الاكتشافات المهمة - كاختراع البقاريات الكهربائية الذي بدأ في القرن الثامن عشر بتجاربه على الضفادع - هي نتيجة لملاحظات العلماء حول حدث غير عادي وإدراكهم لأهميته ودلالاته.

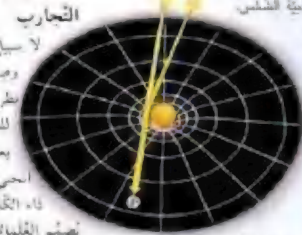
البقعة السوداء
المشعة من أحد النجوم بفعل
جاذبية الشمس



السيرينغ مولدو ونيلز فيزياء الفيزياء ١٧٩٩

التجارب

لا سبيل للتأكد من صحة الأفكار الجديدة وصدق فاعليتها إلا بالتجربة. فقد أظهرت نظرية النسبية لألبرت أينشتاين تحول كسوف الشمس لروية ما إذا كان الضوء من نجم بعيد ينحني، كما تقول النظرية - فكان أن احسب فعلاً. كذلك جرت أوس باستير لقاح قاء التلب على صبي كان قد عطف قلب. كما



يضمّن العلماء أيضاً تجارب لسان أي من نظريتين تتناقضت أفضل لتفسير ظاهرة طبيعية معينة.

تجميع المعلومات

بغاية دقة والاعتماد، يقوم العلماء بتجميع المعلومات التفصيلية عن كل شيء في العالم من حولهم وتبادلها. فالنظريات العلمية تعتمد على تفسير وتحليل هذه المجموعة الهائلة من المعلومات، وقد أسهمت الحوسبات الحاسوبية في تجميع هذه المعلومات وتحليلها أكثر فعالية.

بغاية دقة والاعتماد، يقوم العلماء بتجميع المعلومات التفصيلية عن كل شيء في العالم من حولهم وتبادلها. فالنظريات العلمية تعتمد على تفسير وتحليل هذه المجموعة الهائلة من المعلومات، وقد أسهمت الحوسبات الحاسوبية في تجميع هذه المعلومات وتحليلها أكثر فعالية.



التفكي والاشتقاق

سواء أكانوا يفكّشون تأثيرات غبار جديد، أم البنية الباطنية للذرة، أم حياة قنصل، أم طبيعة الشمس، فالعلماء يجرون التجارب لاستقصاء طبيعة الأشياء.

البرهنة العملية

قد يكون الاختبارات عملية في إصاح الناس بوضحة إحدى النظريات العلمية، هي لتعريف طبيعة كثيرة شملت لبرهنة أن الطبع البرقي هو شكل من الكهرباء. ظهر بتجارب فرانكلين (١٧٠٦-١٧٩٠) طائرة ورقية أثناء عاصفة رعدية لتجلبب الكهرباء من الجوّ.



التقنيات والأساليب العلمية

تتقدّ جميع الأعمال العلمية بقرق متشقة ومهجيّة. وقد طوّروا العلماء أساليب متّعة لمعالجة أمانيّ المعلومات المختلفة.

التصنيف

يُصنّف العلماء الأشياء لإبراز عنصر النظام في الطبيعة. فقد صنّفت النباتات والحيوانات في أجناس وفصائل. وفي مجال الكيمياء، برزت الجدول الدوريّ العائليّ في مجموعات دورية تبين العلاقات فيما بينها.

القياس

للقياسات الدقيقة دور حاسم في مجالات العلم والهندسة الحديثة. لذا كان على العلماء إيجاد الوسائل والطرق لقياس المسافات الهائلة المقيم ذاتي بين النجوم، بالعناية والدقة إذ أنّما الذين يعيشون بها حجم الخلايا البيولوجية والأبعاد المتناهية العلم للذرات والجزيئات.



المعادنات

الأشياء المتطورة تُنتج العلماء من حماية دواجل الفترات المتناهية العلم كذا المحركات المتناهية البعد، ومن اكتشاف حفايا الطبيعة التنبؤ وأسوارها.



يستخدم
الميكروسكوب
الإلكتروني في
براسة
الخلايا
الجوهرية

النماذج والنظريات

كما تُستخدم الكرات الجغرافية كتمثيرة للأرض، هكذا يَطوّر العلماء النظريات، ويصنّعون القوانين الطبيعية، ويرسمون النماذج الرياضية لبيان نظام الكون وتعليله.

النظريات

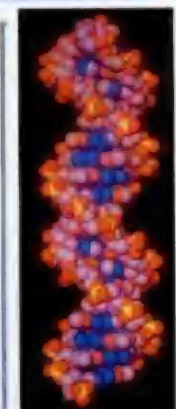
يستهدف العلماء في ما يصنعون من نظريات ليس فقط لتعليل المعلومات المتشقة بتجارب، بل لشرح علاقة الأحداث المختلفة بعضها مع بعض والتنبؤ بنتائج اختبارات وأحداث متطابقة.

النماذج الرياضية

قانون الجاذبية
أشهر لاسحق
نيوتن هو نموذج
رياضي يعلّل
تنامك الكون
بعضه مع بعض.



إسحق نيوتن (١٦٤٣-١٧٢٧)



زادنيّ نموذجين حاسمين يبيّن البنية المزدوجة الأولية للجزيء. إن
النماذج الطبيعية
المطوّلة المزدوجة هو نموذج طبيعي
لبنية جزيء DNA، المركب الكيميائي
المسؤول عن شفايا الوراثة.

إشارات ورؤوس السلامة

نصادف في حياتنا اليومية أشياء ومواد خطيرة أو سامة، لكن ليس من السهل دوماً التنبؤ إليها. فليُساعدنا في التعرف على أمثال هذه المواد وتجنب أخطارها، وُصِعت رؤوس وإشارات السلامة. وتأت هذه من صور وكلمات تحذيرية تنبئ إلى مكان الخطر. وإنه ليمن الضروري لك تعرف هذه الإشارات والرموز والتنبؤ بمضامينها من أجل المحافظة على صحتك وسلامتك.

في المختبر المدرسي

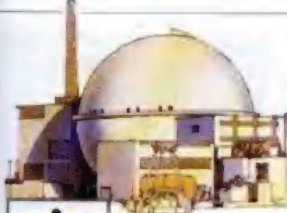
الغالبية العظمى والانتباه الشديد ضروريان عند إجراء أية تجربة في المختبر، فبعض الكيمائيات سامة، وإحداها بعضها الآخر، فوق حار أو يشتعل، قد يكون خطراً إذا لم تُراع الإجراءات الصحيحة. كما إن العديد من المواد المخبرية ذو رائحة حادة لظافة، قد تسبب أضراراً غير حيدة إذا ما استنشقت.

ضع نظارات واقية دوماً واحترس من التيارات المفاجئة (والفتيات، اشكبي شفرتك الطويل إلى الوراء).



في الشارع

وأنت تسير في الشارع، أنتبه إلى رموز وإشارات السلامة. إن مواقع الإشعاعات وتحطّات المحروقات بخاصة قد تكون خطيرة. رؤوس وإشارات السلامة تساعدك في تجنب المخاطر.



المادّة

كُلُّ ما يخطرُ ببالك يتألّف من المادّة - إنْ كان الكتابُ الذي تقرأه، أو الكرسيُّ الذي تجلسُ عليه، أو الماء الذي تشربه. غيرَ أنَّ المادّة ليست فقط تلك الأشياء التي تستطيع لمسها، فهي أيضًا تشمُّلُ الهواء الذي تستنشقُ والكواكب والنجوم في فضاء الكون الرَّحيب، كما كُلُّ الكائنات من حيوانٍ ونباتٍ وجماد. تتألّف المادّة بمُختلف أنواعها وأشكالها من جُسيمات دقيقة تُدعى ذرّات؛ وهذه تتألّف بدورها من جُسيمات دون الذريّة أصغر بكثير من الذرّات. علّمُ الكيمياء يدرّس تركيب المادّة، وكيفية تراكيب الذرّات بعضها مع بعض لِتكوّن الموادّ المُختلفة.



تكوين المادّة

يعتقدُ مُعظمُ العلّماء أن كُلَّ مادّة الكون تكوّنت بانفجار هو الانفجار العظيم (إلى اليمين)، غلبت حرارة وطاقة عظيمتان جدًّا. وبعد ثوانٍ متقلّبات تحرّلت بعضُ حرّم الطاقة إلى جُسيمات دقيقة، ثُمَّ تحرّلت الجُسيمات الدقيقة إلى ذرّات. تولّفت الكون الذي نعيش فيه.



المادّة الحيّة

الأرض هي موطن الكثير من الكائنات الحيّة من نباتات وحيوانات على اختلاف أنواعها. ورغم أن القراشة، مثلاً، تبدو مختلفة جدًّا عن الصخر، فإنّ كليهما يتألّف من ذرّات، تكوّن هذه الذرّات تراكيبًا بشكلي مختلف لِيكوّن الشيء الآخر.



المادّة الجماد

مُعظم الموادّ في الكون خِلاء، لا نبات ولا حيوان، أي إنّها لا تنمو ولا تتوالّد ولا تتحرّك ذاتيًّا، والصخور، مُكوّنة الأرض التي نعيش عليها، هي من الجماد.

جُسيمات المادّة

يستخدمُ العلّماء خِبرة المُقاييس لتحديد أنواع الجُسيمات دون الذريّة، شُيْبَةُ المُقاييس تحوي هيدروجينًا ساخنًا على درجة حرارة تقارب درجة غليانه. فالجُسيمات المادّة غير الهيدروجين السائل تسبّب غليانه تاركةً في إثرها رائحةً من المُقاييس. ومع أنّ الجُسيمات نفسها لا ترقى، فالمسالك المُقاييس التي تتركها وراءها يمكن رؤيتها بِبُسرّة وهي مُختلفة النمط لِكل نوع من الجُسيمات.



مُنسوخ علّم الكيمياء

يُعتبرُ الكيميائي الفرنسي، أنطوان لافوازييه (١٧٤٣-٩٤) مُؤسّس الكيمياء الحديثة. قدّم لافوازييه باحتجانه الدققة أنّ الموادّ المُتحرّقة أقل وزناً منها قبل الاحتراق (وأنّ هذه الزيادة يمكن إزالتها باحتراق المادّة بالهضم البائي)، واستنتج أنّ ذلك مائد إلى اكتساب المادّة المُتحرّقة غازًا من الهواء (تُطلق عند احتراقها) أسمته الأكسجين. وقد صيغت ماري لافوازييه (١٧٥٨-١٨٤٦) على ترجمة أعمال زوجها، وقامت بِحملات مُسلّمة لترويجها.

أصول علّم الكيمياء

منذ مئات السنين، وقيل أن يُعرّف أحد الذرّات، كان الخيميائيون، الكيميائيون القدماء، يقومون ببعض التجارب لِتعرّف ماهيّة الموادّ وتراكيبها. وقد حاولوا غنّيًا تحويل بعض المُتعلّقات الخسيسة كالزئبق إلى ذهب، كما يخبثوا، وعسًا أيضًا، عن أكبر الحياة الدوام الذي في رُغمهم، يُكسب الإنسان شيئًا دائمًا. وكان من بين الخيميائيين كثير من النساء كما يشهد بذلك الاسمُ اللاتينيّ للخيمياء «أوريس مَبييروم» الذي ترجمته «شغلُ النساء».

هذه صفحة من مخطوطة عربية من القرن الرابع عشر.

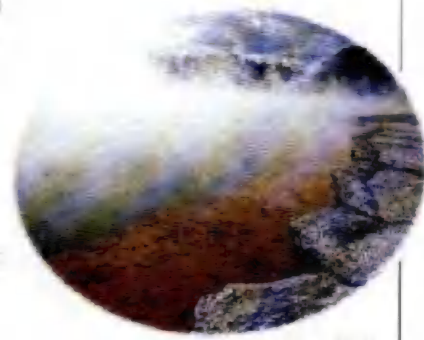


خيميائيون في نشاء العزل.



حالات المادة

الجبال والبحار والهواء الذي يكتنفها تمثل الحالات الطبيعية الثلاث للمادة. فالجبل يتألف من صخر جامد، والبحيرة تتألف من سائل هو الماء، والهواء الذي نستنشق غازي القوام. معظم الجوامد صلبة ذات شكل وحجم محددين - رغم أن بعضها كالمطاط ذو شكل يمكن تغييره. والسوائل ذات حجم محدّد أيضاً، لكن لا شكل ثابت لها وهي سيّالة. أما الغازات فليس لها حجم ولا شكل محدّدان، وهي أيضاً سيّالة، ومعظمها عديم اللون لا يرى. وتدعى السوائل والغازات مجتمعةً بالموائع لأنها تسيل أو تنساب. ويختلف سلوك الحالات الثلاث للمادة لأنّ جسيماتها تتحرك بأشكالٍ مختلفة.



الحالات الثلاث

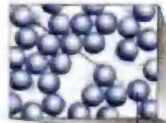
الصورة أعلاه للبائع الحارة في ووتراتير، بنزويلا، تبيّن الحالات الثلاث للمادة في موقع واحد. فالصخر جامد، والماء سائل، والبخار المتصاعد غاز.

السوائل

عندما نلثب شراباً في كوب، فالسائل يتخذ شكل الكوب مهما كان. أمّا إذا اندلق السائل فإن شكله يتغيّر. وإذا صببت السائل في وعاء آخر، فسيغير شكل السائل أيضاً، لكن حجمه يبقى ثابتاً.



لجسيمات الغازات قنباصة جداً وتتحرّك بسرعة كبيرة. لذا تتأثر بعضها على البعض الآخر فليس لها شكل.

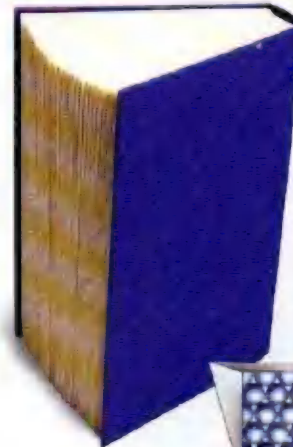


لجسيمات السوائل تتحرك فيما بينها وتتلاصق معاً في حزم تدلّق بعضها فوق بعض وتتحرّك بحريّة.

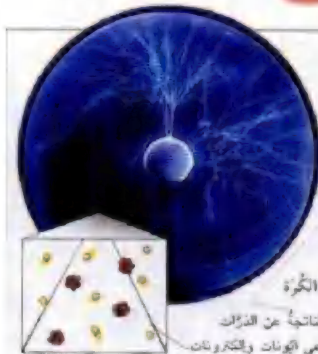


الجوامد

الجوامد كالكتّيب مثلاً، لها شكلٌ مُعيّن؛ وليس من السهولة تغيير ذلك الشكل، لأنّ جسيمات الجسم الجامد مترابطة بعضها مع بعض بروابط قويّة تجعل بنية الجوامد بنيةً صلبة.



لجسيمات الجوامد مترابطة معاً في حزم تدلّق بعضها فوق بعض وتتحرّك بحريّة. الجوامد لها شكل ثابت.



البلازما

هناك حالة رابعة للمادة تدعى البلازما، لكنها غالباً لا نشاهد. فهي تتواجد فقط على درجات الحرارة العالية جداً داخل الشمس والشموم الأخرى، أو فوق الأرض على خطوط خفيفة. تتألف البلازما من ذرات مُنشطرة بفعل الحرارة أو الكهربائية الهائلة الشدة. تحوي الذرّة، في الصورة المقابلة، إلكترونات مُركّزة في مركز الذرّة. فإذا لمست سطحها، تنفّر ونضات من مركز الذرّة إلى يدك، مُبجّلة غير مسالك في البلازما نكوها الذرّات المُنشطرة.

الجسيمات تتأثر عن الذرّات المُنشطرة تدعى أيونات وإلكترونات.

حالات المادة في خدمتنا

الجوامد والسوائل والغازات حولنا في كل شيء، وتحولنا في عدة مجالات. في دراجتك، مثلا، ترى حالات المادة الثلاث تعمل متكاملة بالنسجام. فالعديد من أجزاء الدراجة مصنوعة من الجوامد، حتى نقاط عجلاتها - رغم أنه سرور يتغير شكله على نطاق الطريق والمواد المضغوطة بملأ العجلتين، والريث سائل لا يذ منه على سبيل الدراجة وأجزاءها المتحركة كلها.

الجوامد في خدمتنا

هيكل الدراجة جاس صلب، وإطار العجلتين وبراميلهما صلبة. شية، فحشو الهيكل أساس لثة الدراجة ونماشكها. وفولاد الإطارين والبراميل الشد يخلط دقة استدارة العجلتين. وهذه الدقة ضرورية ومطلوبة لسلامة وسلامة الدراجة.



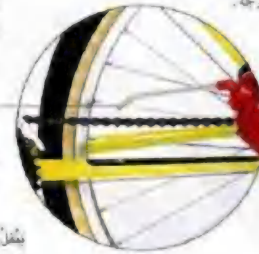
السوائل في خدمتنا

السوائل كلها سائلة، وبعضها أكثر سيولة من البعض الآخر. لزوجة السائل بقياس يحدد سرعة أو بطء سيولته. فالعاء ينساب بسهولة لأنه قليل اللزوجة، أما الزيت فتساب ببطء لأنها أشد لزوجة. ولتستخدم السوائل اللزجة، كالزيت، بين الأجزاء المعدنية المتحركة لتقليل الاحتكاك فيما بينها، ونعرف هذا بالزيت.

يمكنك تقليل حجم الغاز بضغطه في خنجر أصغر، كما يمكنك خنجر كثبات شترايديو من الغاز في الخنجر نفسه. وهو ما يحدث عندما تنفخ عجلة الدراجة.



الزيت على سبيل الدراجة يزلق الأجزاء المتحركة ويقلل الاحتكاك بين الأجزاء.



الغازات في خدمتنا

جلافة الجوامد والسوائل، فالغازات لا حجم ثابت لها، أي أنك تستطيع ضغط الغاز أو تقليل حجمه. والغازات صغرة (تضغط) لتراكم فراغات خنجر بين جنباتها. فلذا من فولاد دراجات فوق مطب أو ارتكع بحجم صلب، يضغط الهواء داخله فتحدث رجّة الضخمة، ويحدث إحساس راكب الدراجة بها.

نشد لثنا المفتح على جانبي قرص الدوالب بضغط الشلال.

يقلل الكمام الضغط من دقة المفتح.

نشد دقة المفتح.

شلال

مشري الضغط غير سائل المفتح

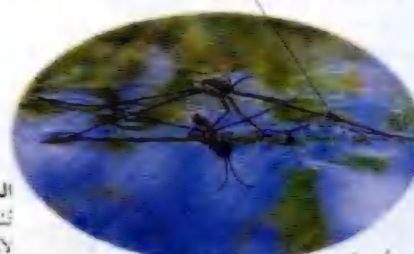
قرص

دوالب

المكايخ الهيدروليكية

تستخدم السوائل في المكايخ الهيدروليكية في السيارات لأنها لا تنضغط بسهولة. أي أنك إذا ضغطت السائل، فالقوة المبذولة تنقل كاملة غير، فتعند يضغط السائل دقة المفتح، ينقل الضغط غير الكمام إلى الشلال في أنيب المفتح وهذا يجعل الكمامات تقبل قرص الدوالب ببطء، فتتوقف الدوالب على الفور. وتعرف ضغط السائل هذا بالضغط الهيدروليكي.

الطيات وياش حشرات خفيفة جداً تتميز فوق الماء بفعل التوتر السطحي - شدة باقدامها لثرا صغيرة على السطح فقط.



التوتر السطحي

تجاذب جسيمات الماء فيما بينها - تكد بعضها نحو بعضها الآخر بالثنائي في جميع الاتجاهات. غير أن اللد على جسيمات الشلل بالانجاء السطحي أريد إذا لا وجود لجسيمات ماء فوقها فتد في الاتجاه المعاكس فيدو السطح التوتر كشاه رقيق مفلوط. ولهذا يتحرك سطح الماء من شمل الحشرات الخفيفة الشارة فوقه.

المزيد من المعلومات انظر

- تغيرات الحالة ص ٢٠
- خصائص المادة ص ٢٢
- الترايط الكيماوي ص ٢٨
- الطريقة الخترية ص ٥٠
- شوك الغازات ص ٥١
- القوى في الموائع ص ١٢٨
- الشمس ص ٢٨٤

يشتمل صمام الأمان للخيار الزائد بالإفلات.

تُفكّ فوق الصمام يَبْقَى الضغط داخل القدر المضغوط ثابِتًا.

الصمام الحائلي السدّ حول الغطاء يَمْنَعُ الضغط من التّركّ.

الطبخ على ضغط مُرتفع

تُعَدُّ درجة طهي الأَشْياء على الضغط

تتغير درجة علوان التربة على الضغط والكثافة فتتغير درجة العلوان بالتأثيرات الضغط لأن الجزيئات ينجسها الإفلات، فغاز بسهولة أكثر حيث. أما عند زيادة الضغط فإن درجة العلوان ترتفع لأن الجزيئات ما عادت تستطيع الإفلات بسهولة. في القليل الضعيف ترفع درجة علوان التربة بالتأثير الضغط. ويظهر الطعام بسرعة أكثر على درجة الحرارة القوية.

إِذَا أَحْبَبْتِ جَانِدًا حَتَّى دَرَجَ الْإِنْصَارَ، فَإِنَّهُ يَتَوَلَّى إِلَى سَائِلٍ. وَإِذَا تَابَعْتَ الْأَحْمَاءَ فَإِنَّ السَّائِلَ يَلْبُغُ دَرَجَةً يَبْدَأُ عِنْدَهَا بِالتَّوَلَّى إِلَى غَايَ، وَهَذِهِ هِيَ دَرَجَةُ الْعُلَيَّانِ، عَلَى هَذِهِ الدَّرَجَةِ، تَكْتَسِبُ جَسَمِيَّاتُ السَّائِلِ مِنَ الْأَحْمَاءِ الْمُسْتَوْرِ، طَاقَةً كَافِيَةً لِتَحْرُورِ بَعْضِهَا مِنْ بَعْضٍ، فَتَكُونُ فِي السَّائِلِ قُضَاعَاتٌ مِّنَ الْعَاوِ. لَكِنْ نَدْرَأُ أَنَّ السَّائِلَ تَكُونُ دَوْمًا إِلَى غَايَ يَلْبُغُ حَتَّى عَلَى دَرَجَاتٍ حَرَارَةٍ نَدْوَى دَرَجَةَ الْعُلَيَّانِ، وَهَذَا يَدْعَى التَّحَرُّرَ.



أحياناً يتحول الحامد إلى غاز مُسامِر، وهذا
يُعرف بالتضحية. الجليد الجاف يتصدّق
مُسامرة إلى غاز، لذا نستخدم على خشبة
المنشراح كوكب شُعب مُسامرة مُثيرة.
إن الجليد الحاف هو في الحقيقة
ثاني أكسيد الكربون
المُجمّد، ويُسمى الحاف
لأنّه يتحول إلى غاز
مُسامرة مُتجاوزاً
حالة السّيلة

تستخرج قطرات من الماء على ثوب رُجاحي بارد لأن
جسيمات بخار الماء في الهواء الضماني للكويت
تتحول إلى ماء الرُجاح الباردة بترفع
طاقة من الجسيمات
فبحولها إلى
مائل.

يَحْتَفِ الحَبْرُ السَّائِلَ لِأَنَّ
الْمَاءَ قَبْلَهُ يَسْتَحْوِلُ إِلَى
بُحَارٍ وَيَتَصَاعَدُ فِي
الْهَوَاءِ. وَيَسْمُ عَذَا
لِأَنَّ بَعْضَ
خَبَائِثِ
الْمَاءِ تَكْبُتُ
مَا يَكْتُمُ مِنْ
الْعَاقَةِ لِلْإِنْسَانِ
مُسْتَوْدَعَةً إِلَى غَايَةِ

تسارع جنسيك	تسارع
الجامع بالقدرة الكامل	جنسيك السائل
إلحاق شحوة إلى غاز، أو	فيشارق بعضها عن
تتلفض شرعة	بعض شحوة إلى غاز،
جنسيات الغاز	تتلفض شرعة جنسيك
تتسول إلى جامد	الغاز لتسول إلى سائل،
	تتذبذب جنسيك الجامد بشرعة أكثر فيشارق
	بعضها فوق بعض لتسول السائل، أو تتلفض شرعة
	عزم الجنسيات في السائل فتسول إلى جامد

يَجْمَعُ الشَّعْبُ الْمُتَفَكِّرُ مِنْ شُعْبَةِ مُعَاذَةِ
يَسْرَعُ. وَذَلِكَ لِأَنَّ الْجُسَيْمَاتِ، الَّتِي
تَصَارِفَتْ وَصَالَتْ بِحَرَارَةِ الْقَهْبِ، تَنْتَاضُ
سُرْعَتَهَا مَجْدًا عِنْدَ زَوَالِ الْحَرَارَةِ فَتَرَاهُ
فِيمَا بَيْنَهَا. وَعِنْدَمَا تَقِلُّ سُرْعَتَهَا يَفْقِدُ كَافًى،
يَنْتَبِثُ فِي مَوَاقِعِهَا وَتَحْتَمِلُ.

جُسيماَتُ التَّجَامِدِ شَرَّاصَةٌ مَعًا بِقُوَّةٍ، لَكِنَّمَا
عِنْدَ الْإِحْسَاءِ لِلزَّيَادَةِ يَذِبُهَا أَكْثَرُ فَالْأَكْثَرُ
حَتَّى تُبْلُغَ مِنْ مَوَاقِعِهَا الثَّانِيَةِ وَيَسَابُ
بَعْضُهَا فَوْقَ بَعْضٍ فَيُخْرِجُ إِلَيْ سَائِلٍ مِثْلُ
هَذَا يَحْدُثُ عِنْدَ انْصِهَارِ قِطْعَةٍ مِنْ
الْمَشْرُوكِ لِأَنَّهُ

حالات الماء

الماء فريد في كثرة تواجده بالحالات الثلاث للمادة في حياتنا اليومية. فهو في حالة الجيومد نَجَد أو جليد، وفي حال السائلة ماء، وفي الحالة الغازية بُخار. وخصائص الماء في حالاته الثلاث هذه مُهمّة لكل شيء على الأرض، فالنباتات والحيوانات، مثلاً، تحتاج الماء باستمرار من أجل بقائها.



شمس المرات أعلى كثافة في حالة الجيومد منها في حالة السائلة. لكن الجليد أخف من الماء، فينبغي فوقه.

الماء تحت الجليد يستمر من الهواء الخارجي، لذا ينبغي جعل البحر والحيوانات الأخرى التي بقيت بها على قيد الحياة

دورة الماء في الطبيعة

الماء (السائل) يتبخر، والتبخر (الجامد) يتجمد، في الهواء. وبخار الماء يتكثف إلى قطرات متكونة السحب في الجو، ثم تسقط القطرات عادة إلى الأرض مطراً أو ثلجاً - في دورة متوالية دون انقطاع بالمدة الأبدية لكل شيء على الأرض.

يتبخر مياه البحر بخار الماء مع الزفير فتتأثر الشمس.

بخار الماء

في درجات الحرارة المرتفعة يتبخر الماء بسرعة. ففي العواصف الاستوائية مثلاً - جنوب أمريكا - حيث المطر وفير غزير ودرجات الحرارة مرتفعة، التبخر سريع لا يتقطع. لذا فالهواء رطب جداً (شبع بخار الماء). وهذا يفسر تواجد أنواع خاصة من النباتات، كالسحليات (الأوركيد)، في هذه الأصناف. تأخذ حاجتها من الرطوبة مباشرة من الهواء، لا من التربة.

تتأثر من درجة التجمد عند زيادة الضغط على الجليد بفعل وزن المتزلج، فينشهر الجليد تحت شفرة المتزلج.

التغيرات بالضغط

يمكن بالضغط تحويل المادة من حالة إلى أخرى. فالتزلج على الجليد ممكن لأن المتزلجين تنزلوا على الجليد فوق طبقة رقيقة من الماء. إن ثقل المتزلج المركز على شفرة المتزلج يحدث ضغطاً عالياً جداً تحتها. وهذا الضغط يسبب الجليد حال مرور (شفرة) المتزلج فوقه.

تضغط الشفرة على الجليد

ينصهر الجليد تحت الشفرة فتتزلق بهائم عليه.

تعيد الجليد المتكثف تحت الماء خلف المتزلج.

لزيادة من المعلومات انظر

حالات المادة من ١٨
المحاصيل من ٦٠
كيمياء الماء من ٧٥
الماء - معالجته وصناعاته من ٨٣
تكوين الأرض من ٢١٠
دورات في الغلاف المائي من ٣٧٢

الثقرة البخارية

يتكون الماء عند الغليان إلى بخار، فينبغي حيزاً أكبر من حجم السائل الذي تولد منه. ولما كان بخار الماء الساخن يسخن بالعلاقة فإنه يستعمل في تدوير التوربينات البخارية كالتربينات البخارية. يتدفق بخار الماء غير أويامي التربينات على درجة حرارة وضغط عاليتين جداً، فيدير دولابها.

يتدفق البخار الساخن إلى داخل التربين تحت الضغط.

لذا أويام التربين بطاقة البخار، ويستخدم هذا الدوران لتوليد أنواع أخرى من الطاقة كالتدفق.

الجليد المتدّد

لعلك لاحظت (أو سمعت عن) قبحر أنابيب المياه في طقس شديد البرودة. والسبب في ذلك أن الماء داخل الأنابيب يتدّد خلال عملية التجمد فيضربها.



خصائص المادة



يُصنَع الكثير من أواني المطبخ كالكَفَّيَّاتِ والغَلايات ذوات المقابض من الفولاذ واللِّدَانِ - الجِسْمُ من الفولاذ واليَقِيْضُ لِدَاتِي. والسبب البسيط هو أنَّ الفولاذ مُوصِلٌ جيّدٌ للحرارة، فيَسْمَحُ بِإِنْتِقَالِهَا إِلَى الْمَاءِ كَيْ يَغْلِي أَوْ إِلَى الطَّعَامِ كَيْ يَنْضَجَ. أمَّا اللَّدَائِنُ الجَيِّدَةُ الْعَزَلُ، فَتَمْنَعُ وَصُولَ الحرارة إِلَى أَيْدِينَا. فَالْعَزْلُ الْجَيِّدُ أَوْ الْمَوْصِلِيَّةُ الْجَيِّدَةُ مِثْلُ عَلَى خَاصَّةٍ مَعْيُوقَةٍ مِنْ خِصَائِنِ الْمَادَّةِ. بَعْضُ هَذِهِ الْخِصَائِنِ، كَالْمَوْصِلِيَّةِ، يُمْكِنُ قِيَاسُهَا؛ أمَّا بَعْضُهَا الْآخَرُ، كَالرَّائِحَةِ مِثْلًا، فَيُحَدِّدُونَهَا وَصْفًا فَقَطْ.

يُقَيَّسُ الْعُلَمَاءُ خِصَائِنَ الْعَدِيدِ مِنَ الْمَوَادِّ الْمَخْتَلِفَةِ عَلَى دَرَجَةِ الحرارة والضغط العاديين كَيْ يَسْتَطِيعُوا الْمَقَارَنَةَ فِيمَا بَيْنَهَا بِدَقَّةٍ.

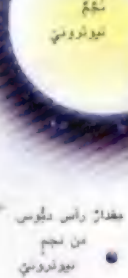
بإستقامته وصف
الرفقانة بتدبير لها
وشكلها، وتلبيها
وراحتها وفادها.

إدراك المادة بالحس

الناس في حياتهم اليومية لا يصفون الأشياء بالطريقة نفسها كما يفعل العلماء، فمن في الغالب يعتمد على حواسه أكثر من اعتمادنا على القياس بالأجهزة. لكن حواس البشر ليست متوافقة ولا متسقة؛ كما أنها تعجز عن قياس شدة الرائحة المنبعثة من شيء، كما عن تحديد نوع مذاقه بدقة. وقد يشارك بعض الناس الأشياء بحسهم بشكل مختلف تمامًا عن إدراك بعضهم الآخر لها.

نجم نيوتروني

فيلز الأوزمير هو اكتف
مواد الأرض قاطبة. فهو
أثقل من الرصاص
بمئة مرة وأكثر من الماء بأكثر
من ٣٣ مرة. غير أن اكتف
مواد الكون هي مادة الحجم
النيوترونية. فمقدار رأس
فيلز منها يزن
مليون طن.



يستخدم الفيلز (النيوترونات)
لقياس كثافة الشوائب، يُقَسَّن
النسب في وعاء مملوء بالماء
القيء، ويؤخذ قراءته
بمساواة سطح المسائل.
يظهر النسب عاليًا في
سائل كثيف
وبعوض أكثر
في سائل أقل
كثافة.

الكثافة

للجسم نفسه من مواد
مختلفة ثقل مختلفة، بينما
لكثافتها. وكثافة جسم ما هي
ثقله الممتلئ المكتف منه
بالغرامات. أحيانًا نعلم كثافات
الجوامد والشوائب والعازات ككثافات
منسوبة إلى الماء (أي كثافتها نسبة).

الوزن والكثافة والحجم

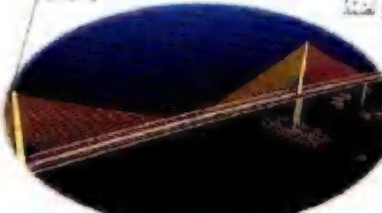
يُمْكِنُ قِيَاسُ كَثِّهِ الشَّيْءِ بِطَرِيقَتَيْنِ: إمَّا بِوَاسِطَةِ ثِقَلِهِ أَوْ بِوَاسِطَةِ ثَلَاثِهِ. فَحِينَ مِثْلًا، نَشْتَرِي الْبَزِينِ بِالْحَجْمِ (بَالْتَرِ أَوْ بِالْعَدَدِ) - أَيْ بِكَثِّهِ الْخَبْرِ الَّذِي يَسْمَحُ وَلَكُنَّا نَشْتَرِي الْبَطَا بِالثَّقَلِ (بَالْكِيلُغَرَامِ أَوْ بِالْأُونْ) - أَيْ بِكَثِّهِ الْمَادَّةِ فِي كَيْسِ الْمَاعِطَةِ. إِنَّ حَجْمَ الشَّيْءِ يُمْكِنُ تَغْيِيرَهُ بِالضَّغْطِ أَوْ بِالْحَرَارَةِ، لَكِنْ كَثِّهُ يَبْقَى ثَابِتًا دَوًّا. نَعْبِرُ، أمَّا وَزْنُ الْجِسْمِ فَهُوَ مِقْدَارُ الْقُوَّةِ الَّتِي تُشَدُّ بِهَا جَانِبِيَّةُ الْأَرْضِ، وَيَتَوَقَّفُ مِقْدَارُ قُوَّةِ الْقُوَّةِ عَلَى كَثِّهِ الْجِسْمِ.

ثقل مكتف من
الرصاص يساوي ثقل
مكتف من الشَّعِيرِ يَفَوْه
حجمًا بـ ١٤ مرة، أو
ثقل قطعة من خشب
البلسا حجمها لثقل ٥٦ مرة.



المقاومة (المتانة)

تُطْعَمُ الْهَيَاكِلُ مَبْنِيَّةٌ حَيْثُ الْثَقَلُ لَدَا نَسْتَعْمِدُ فِي بِنَاءِ الْإِنْسَانِاتِ الضَّخْمَةِ، كَالْجِسْرِ الْمَحَلِّيِّ فِي أَنْصُورَةِ الْمَقَابِلَةِ. يُعَلَّقُ شَدِيدُ الْجِسْرِ بِالْخَلَاتِ فِرَازِيَّةٍ تَتَبَقُ لَعْمَدُ. أَمَامَ ثَقْلِ الْجِسْرِ وَمَا يَعْثُرُ فَوْقَهُ وَتُطْعَمُ الْأَعْمَدَةُ الَّتِي تَدْعَمُ مِنَ الْهَرَسَانَةِ الْمُسَلَّحَةِ الَّتِي تُشْعِمُ بِقُوَّتِهَا وَمَقَامَرَتِهَا أَمَامَ كَثَّةِ قُوَّةِ الْهَضَرِ الْمُؤَثِّرَةِ عَلَى الْجِسْرِ.



كثافة الماء (النسبة) تساوي ١.
الشوائب الأقل كثافة تطفو فوقه.
والشوائب الأكثر كثافة تغرق تحت.



العازات دوما
تترفع ككثافتها إلى
سطح الشائت لأن
كثافتها ضئيلة جدًا إن
الكثافة النسبية للجو
هي ١٤ - ١٠ فقط.

كحول شئيل كثافته
النسبة ٠,٨

زيت الأرة كثافته
النسبة ٠,٩

ماء كثافته
النسبة ١

زيتون
كثافته
النسبة ١,٣٦

الدونة

إذا نُجِسَتْ بعض المواد كاللاستين (الطين القداني) أو المتخثرة، بتغير شكلها وبقي على غيرَه، لذا يُدعى هذه المواد بالمواد اللدنة. هناك أنواع مختلفة من اللدنة كالزرقية (قابلية الصلابة) والطينية (قابلية السطوع) فاللدن تُزَوَّق إذا استعملنا طريقة صناعية رقيقة دونًا نكثرو، وتطوَّق (أو مطبوَّق) إذا استعملنا شبيه أسلاكًا دقيقة دون قطع.

الشعاس وبعض الفلزات الأخرى يمكن سلكتها أسلاكًا لدنًا من الشعرة فالحساس (إن فلز مطبق).



توصيل الحرارة

الفلزات توصلات جيدة للحرارة بسبب بنيتها الذرية. أما بعض المواد الأخرى، كاللدائن والخلب، فتوصيلها الحرارية ضئيلة جدًا أو معدومة، لذا فهي عازلات جيدة تصنع للعزل التوصلات الحرارية، والسبب نفسه يُصنع مقاييس الأواني المطبخية، كالدلاء والفؤاد من اللدائن.

الصانع هذا يطوِّق طاسًا من الفضة لصياغته بالشكل المطلوب، فالفضة (إن فلز طروق).

يقلل الماء الحرارة بالخلل، ومنه تنتقل الحرارة إلى المادة المعدنية بسرعة.



المرونة

للمعاط خاصية لا إقنة، فهي يمتدُّ بالشدِّ ويتكسَّر عائدًا إلى حجمه الأصلي عند زوال القوة المؤثرة. هذه الخاصية يُدعى المرونة. إن معظم المواد، حتى الفلزات مرنة. والمرونة بعض المواد حدة يُدعى حدُّ المرونة، لا تتعدى المادة شكلها وتحتجزها الأصابع إذا ما سُخِّطَتْ.

المُدَّ

البالون المرَّد إلى الحد الأصلي

توصيل الكهرباء

تسري الكهرباء عبر الفلزات بسرعة، لذا فهي توصلات جيدة للكهرباء. والسبب في ذلك عائد إلى وجود الإلكترونات طليقة الحركة على فترات الفلزات. أما اللدائن والإصاغ والخلب ومعظم الجوامد الأخرى، بما الكربون، فهي توصلات رديئة، أو عازلة، للكهرباء. ولذا تستخدم اللدائن لعزل التوصلات الكهربائية كإسلاك الكبول.



أسلاك توصلية تلتصق الأسلاك لتعطي مبادلًا لاندنية.

القضبة

المعطاء تروى في درجات الحرارة العادية. أما هذه البالون الذي جرى عنه في التبروجين السائل (على درجة حرارة -١٩٦°م) فقد أصبح قضبةً يتشكَّ قطعًا عند طرقه ببطء. بعض المواد، كالزجاج، تُصنَّف على درجات الحرارة العادية، وبعضها الآخر، كالطين، لَدُنَّ عادةً، لكن يُصبح قضبةً بعد التقي في الترو أو قوَن.

الطين ليس لدنًا حتى في الماء الساخن. لذا السُّكَّر فزادًا ذوبانيته في الماء الساخن. كلما ازدادت سخونة الماء زادت ذوبانية السُّكَّر.

الطين ليس في الماء الساخن

السُّكَّر في الماء البارد

الطين ليس في الماء البارد



الذوبانية

كثير من الجوامد والموائل والغازات يذوب في الماء، أو في سوائل أخرى، يتكوَّن محاليل، فنقول إنها ذوية أو ذوية، فالسُّكَّر يذوب في الشاي، والمِلْح يذوب في الماء. المادة التي تذوب تُسمى المذاب، والسائل الذي تذوب فيه يُدعى المذيب. والماء غالبًا ما يُدعى المذيب العام لأنَّ موادَّ كثيرة جدًا تذوب فيه. خاصية الماء هذه أساسية للحياة، لأنَّ الماء يذوب حاملًا المواد اللدنية في دم الحيوان كما في شُجْع النباتات. والحيوانات التي تعيش في الماء تحصل على الأكسجين اللازم لحضنها من المذاب منه في الماء.



نقطة الانصهار (أو التجمد): عندما يذوب الجوامد تتحول إلى سائل، أو يتجمد السائل تتحول إلى جامد.

نقطة (أو درجتنا)

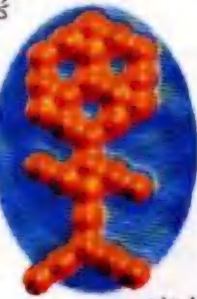
الانصهار والجليد

كلُّ مادة تُعَدُّ لها نقطة انصهار وجليد ثابتان على الضغط الجوي العادي. أما إذا كانت المادة شديدة نازًا فخطي الانصهار والجليد تتغيران. فالملح على الجليد يُخَفِّضُ نقطة انصهاره فيتحوَّل الجليد إلى ماء. وما لم يمتدَّ التفسُّد يركب فلز يعود الماء الشهير إلى التجمد.

لزيادة من المعلومات انظر
النسبة المئوية ص ٢٤
الفلزات الانصهار ص ٣٦
الكربون ص ٤٠
المحاليل ص ٦٠
التحليل الكيميائي ص ٦٢
الكلو والمطس ص ١٢٩
الكهرباء الشارة ص ١٤٨
حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

البنية الذرية

كُلُّ شيءٍ حولنا مما يُرى ويُسمع ويُحسَّ ويُشمَّ ويتذوق يتألف من جسيمات دون المجهرية تدعى ذرات، وهي من الدقة بحيث يلزم بضعة ملايين منها لتغطية نقطة الوقف في نهاية هذا السطر. وتتألف الذرة نفسها من جسيمات أصغر بكثير. ففي مركز كل ذرة توجد نواة تتضمَّن بروتونات ونيوترونات، وتدور حول النواة في أغلفة (طبقات) مختلفة جسيمات تدعى إلكترونات. البروتونات والنيوترونات أثقل من الإلكترونات بكثير، بحيث إنَّ معظم كتلة الذرة يتركز في النواة. بعض المواد مركبات، كالماء أو السكر، تتألف من جزيئات، والجزيئات بدورها تتركَّب من عدَّة أنواع من الذرات تترابط معًا في مجموعات. وبعض المواد عناصر، كالحديد والكربون، تتألف من نوع واحد من الذرات فقط.



تصوير الجزيء

تُبين الصورة أعلاه 28 جزيء 28 من جزيئات أول أكسيد الكربون. ثمة بُنى تُشكِّل هيكلًا بشريًا. تصوّر أنه يلزم أكثر من 20,000 هيكل منها لتضاهي غير علم شجرة.

البروتونات والنيوترونات والإلكترونات

تحتوي نواة الذرة نوعين من الجسيمات: البروتونات والنيوترونات. الغدَّ الذي لنخصر ما هو غدَّ البروتونات ذات الشحنة الكهربائية الموجبة في نواته، في حين لا تحمل النيوترونات أيَّ شحنة كهربائية. أما الإلكترونات التي تُدَوِّمُ حول النواة، كالكواكب حول الشمس، فهي ذات شحانة كهربائية سالبة. والإلكترونات ليست كرات جامدة، بل حُرْمٌ من الطاقة تتحرك بسرعة فائقة تكاد تعادل سرعة الضوء. غدَّ الإلكترونات والبروتونات في الذرة متساويًا، وكذلك شحانتها، ممَّا يجعل الذرة متعادلة كهربيًا.



النظائر

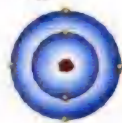
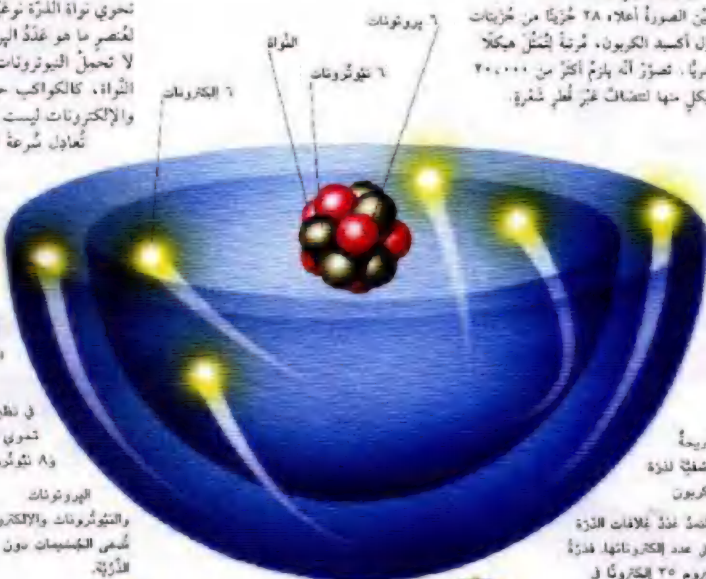
جميع ذرات العنصر الواحد تحتوي عددًا متساويًا من البروتونات؛ لكنَّ عدد النيوترونات في بعضها قد يختلف، وتُسمى جميع ذرات العنصر جسيمات نظائر. فوَّاد ذرة نظير الكربون-12، مثلاً، تتضمَّن 6 بروتونات و6 نيوترونات، بينما تحوي نواة نظير الكربون-14 6 بروتونين إضافيين؛ وهو ذو قابليَّة إشعاعية. وتُعرف النظائر ذات القابليَّة الإشعاعية بالنظائر المشعَّة.

أبعاد الذرة

الذرات أصغر من أن تتكلمها شكيلة الإنسان، قطر الذرة، الذي يُقارب الأنستروم، يعني أن المليمتر يتسع لـ 10 ملايين ذرة متصافَّة. تحبَّا إلى حُبِّ ورُغم صغرهما الناقص هذ، فإنَّ الذرات تتألف من



نُعمتها من فراغ، فالإلكترونات بعيدة جدًّا عن النواة. ولو تُنقِّلُ النواة بخصم ذرة المضرب، لكانت الذرة تُشكِّلُ بسنن الإنجليز شبت، ناطحة الشحابة العملاقة في نيويورك.



الغلاف الأول للذرة الكربون يحوي إلكترونين. والإلكترونات الأربعة الأخرى تتوزع في الغلاف الثاني.



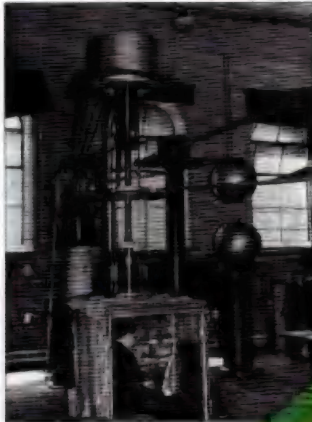
شريحة نصفية للذرة الكربون. يتضمَّن غدَّ غلافات الذرة على عدد إلكتروناتها. فذرة البروم 35 إلكترونًا في أربعة غلافات، وقد يبلغ عدد الغلافات في بعض الذرات سبعة.

جون دالتون

الفيلسوف اليوناني ديموقريطس (حوالي 460-370 ق.م.) ارتأى أنَّ العالم يتألف من جسيمات دقيقة لا تقبل الانقسام أسماها ذرات. وظلَّ مفهومه هذا موضوع نقاشي على مدى مئات السنين. وفي العام 1808، تقدَّم الكيميائي البريطاني جون دالتون (1766-1844)، بناءً على تجارب أجراها، بنظرية مفادها أنَّ كلَّ عنصر كيميائي يتألف من ذرات مُمتاثلة، وأنَّ العنصر تختلف لأنَّ ذراتها مُختلفة. وقد عُرفت هذه النظرية منذئذٍ بالنظرية الذرية لدالتون.



شغل الذرة فراغًا هائلاً - حتى في الذرات المكونة من جسيمات كثيرة.



المخترعون

جون كوكروفت (١٨٩٧-١٩٦٧)
وإرنست رذرفورد (١٨٩٣-١٩٠٣) كانا
أول من طور مسارًا
للجسيمات عام ١٩٣٢، وبالأخص
بذلك جائزة نوبل للفيزياء.
عام ١٩٥١ في الصورة
أعلاه، يظهر إرنست رذرفورد
جالسًا داخل حجرة المعدن حيث
تكتشف الجسيمات، الأنبوب الطويل
فوق الحجرة هو الأنبوب المسارع، والقسم
الأسفل يشكل فوهة حزمة مركزًا لطلائع الجسيمات.



الجسيمات دون الذرية

البروتونات والنيوترونات والإلكترونات هي الذرة إن هي
إلا ثلاثة جسيمات أساسية من أكثر من ٢٠٠ جسيم دون
الذري معروفة اليوم. ويواصل العلماء اكتشاف
جسيمات جديدة واصطلاح أخرى، مستخدمين آلات
عالية القدرة، تُدعى مسارعات الجسيمات لتعطيم
الذرات والجسيمات دون الذرية، على سُرعات
عالية جدًا، وهم يُطلقون على هذه الجسيمات
أسماء غريبة حجة مثل كاذن وطاقون وإيسيلون وباريون
ولأنها إلى غير ذلك.



إرنست رذرفورد

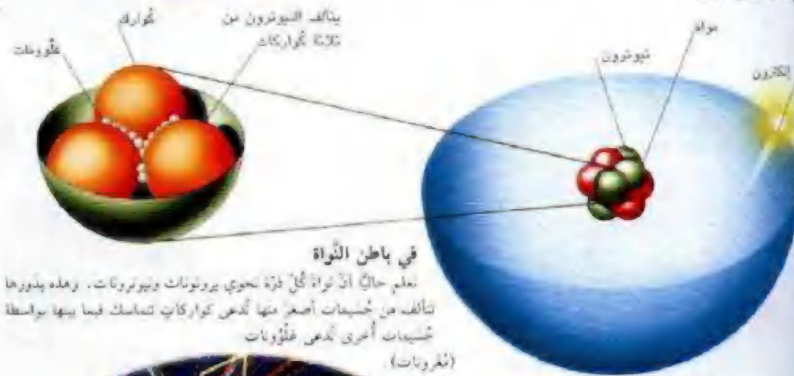
في العام ١٩١١،
اكتشف الفيزيائي
البريطاني النيوزيلندي
المولود، إرنست
رذرفورد (١٨٧١-
١٩٤٧) أن للذرة
مركزًا كثيفًا دقيقًا تتركز
فيه كتلتها هو النواة، إذ
كان رذرفورد وزملاؤه يقنعون حقيقة من الذهب
بجسيمات ألفا الموجبة الشحنة، التي يتألف
جسيمها الواحد من بروتونين ونيوترونين، وجدوا
أن معظم الجسيمات تنحرف الرقيقة دون تغيير
مسارها، بينما تنحرف بعضها عن مساره، في حين
أن القليل منها عاد مرتدًا إلى الوراء. فتبين
بذلك أن شحنة الذرة الموجبة تتركز في
نواة صغيرة هي سبب تلك الانحرافات،
وأن الذرة بمعظمها فضاء خالي.

مسار الجسيمات

في المسارعات، كالمسارعات، كالمسارعات، تُرسل
حزم من الجسيمات دون الذرية في مدارات دائرية، لجعل
تتقاطع الجسيمات بالغة السرعة وتُسرع بواسطة مجالات كهربائية.
وعندما تبلغ الجسيمات سرعة كافية، تُسرع وتوجه لتصادم بعضها
مع بعض. ويشرح العلماء نتائج تحليل الجسيمات الجديدة التي تنتج
من هذه التصادمات.

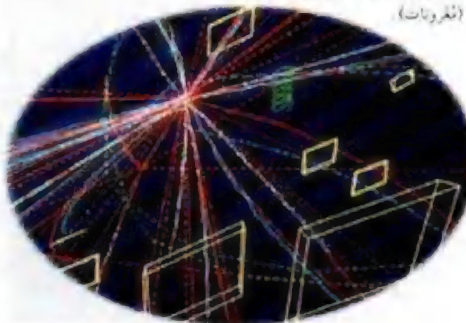
الجسيمات دون الذرية
عام ١٨٩٧، اكتشاف ج. إلكترون
(١٨٩١-١٩١١) الإلكترون
عام ١٩٠٩، فانس زويرت مبيدات
(١٨٩٦-١٩٠٢) الشعبة اشعاعية
للإلكترون
عام ١٩١١، اكتشاف إرنست رذرفورد
(١٨٩٦-١٩٣٧) نواة الذرة
عام ١٩١٢، اكتشاف أليز نور (١٨٨٥-١٩٦٢)
العلامات الإشعاعية
عام ١٩٣٢، اكتشاف جيس شادريك
(١٨٩١-١٩٦١) النيوترون
عام ١٩٣٥، نشر ثوري غرمان
(١٩٢٩-) موجد الكواركات.

شمالًا الجسيمات في حجرة القاعات.



في باطن النواة

نعلم حاليًا أن نواة كل ذرة تحتوي بروتونات ونيوترونات. وهذه بدورها
تتألف من جسيمات أصغر منها تدعى كواركات تتماثل فيما بينها بواسطة
جسيمات أخرى تدعى غلوونات
(مُعرّفات).



مسالك الجسيمات

كثيرًا ما يُستخدم العلماء كاشفات (كثرونية، لتحديد
مسالك الجسيمات المؤلفة في التصادمات داخل
المسارعات، ويُعالج حاسوب المعلومات المنتجة
ويخرج المسالك على شاشة. ومن خصائص تلك
المسالك يستطيع العلماء تحديد كتل الجسيمات التي
رُسنتها وتبيناتها الكهربائية. فالمسلك اللولبي
الأخضر مثلاً، في الرسم المقابل هو لإلكترون
تحيط الطاقة.

لمزيد من المعلومات انظر

النشاط الاجتماعي (الفاعلية الإشعاعية)
ص ٢٦
الترابط الكيميائي ص ٢٨
العناصر ص ٣١
التيوترون ص ٤٠
نقطة التوترون ص ٣٦
الضوء ص ١٩٠
حقائق ومعلومات ص ٢٠٢

النشاط الإشعاعي

التوقع الإشعاعي

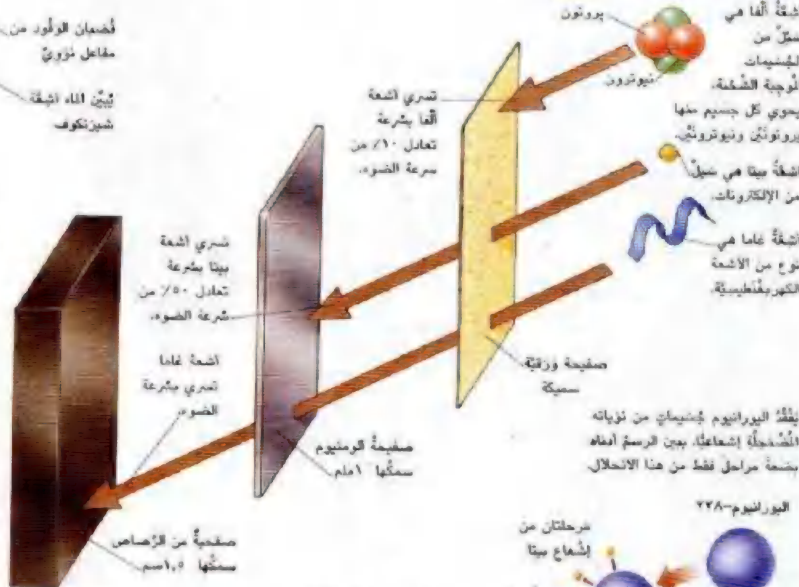
لنحزن السواة المشعة غالباً في الماء، لأن الماء يعمل كبرق يمتص الإشعاع. وقد اكتشف الفيزيائي الروسي، بافل شيرنكوف، أن مرور الجسيمات عبر الماء يجعله ينبعث ضوءاً أزرق (مضيئة اشعة شيرنكوف) قال باستشاه هذا جائزة نوبل.



الإشعاع المستخدم في المستشفيات لمعالجة المرض سببه تفكك النوى الذرية. إن معظم الذرات ذات نوى مستقرة - أي إن عدد النيوترونات يبقى مساوياً لعدد البروتونات، لكن بعض النوى في بعض العناصر غير مستقرة وسطورة، وهي لذلك إشعاعية. إن عدد النيوترونات في النوى غير المستقرة، وتدعى النظائر المشعة، يختلف عن عددها في النوى المستقرة. وعندما تتفكك هذه النظائر تبتعث إشعاعات ويعرف هذا بالاضمحلال الإشعاعي. والمعروف أنه كلما ازداد عدد الجسيمات ذون الذرية في الذرة، يزداد الاحتمال بأن تكون مُشعة. فذرة اليورانيوم، مثلاً، ذات ٢٣٨ جسيماً ذون الذري، وهو عنصر عالي الإشعاعية.

النشاط الإشعاعي

عام ١٨٩٦ اكتشف الطوان بيكريل (١٨٥٢-١٩٠٨) للنشاط الإشعاعي
عام ١٨٩٨ اكتشف ماري كوري (١٨٦٧-١٩٣٤) وزوجها بيير كوري (١٨٥٩-١٩٠٦) الراديوم والبولونيوم.
عام ١٩٣٤ اكتشف بافل شيرنكوف (١٩٠٤-) اشعة شيرنكوف.
عام ١٩٣٤ برهنت أيرين جوليوت كوري (١٨٩٧-١٩٥٦) ابنة ماري وبيير، وزوجها فرديريك (١٩٠٠-١٩٥٨) أن النشاط الإشعاعي يمكن إحداثه اصطناعياً.

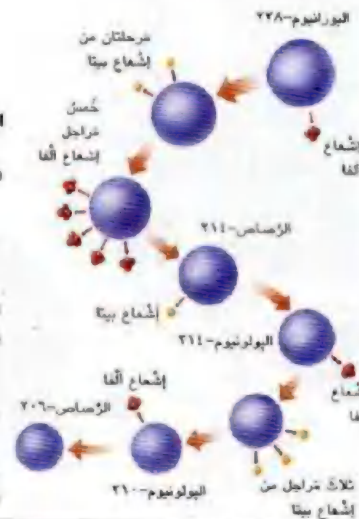


القدرة الاختراقية

تبتعث النظائر المشعة ثلاثة أنواع من الإشعاع هي أشعة ألفا وبيتا وغاما، وجميعها تشكل خطراً على الكائنات الحية لأن بإمكانها العبور إلى الأنسجة الحية وإعطائها: فإذا تعرض أحد الفئوس من الإشعاع تعرضت حياته للخطر. والمعلوم أن أشعة ألفا هي الأقلُ ضرراً فحسبها لا تستطيع اختراق صفحة ورقية. كما إن جسيمات بيتا تستطيع اختراق صفحة معدنية لصدها. أما أشعة غاما، المادة الاختراقية، فلا يوقفها إلا صفحة سميكة من الرصاص أو جداراً من الخرسانة.

الاضمحلال الإشعاعي

اليورانيوم-٢٣٨، أكثر نظائر اليورانيوم انتشاراً، تحوي نواته ٢٣٨ جسيماً يتخضع عددها مع ابتعاث الإشعاع. ويحدث ذلك في سلسلة من المراحل يتكوّن في كلّ منها عنصر جديد. يدعى مُعدّل هذا الاضمحلال الإشعاعي مُعدّل النصف، وهو الزمن اللازم لاضمحلال نصف ذرات المادة المشعة. إن مُعدّل النصف لليورانيوم-٢٣٨ هو ٤.٥٠٠ مليون سنة، لأنّ أنة كتبه من اليورانيوم-٢٣٨ تحتاج إلى ٤.٥٠٠ مليون سنة ليضمحل نصف ذراتها إشعاعياً.



ماري كوري



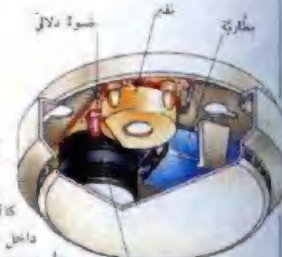
اكتشف الفيزيائي الفرنسي، أنطوان بيكريل، الفاعلية الإشعاعية لليورانيوم عندما لاحظ تفتّحاً غير متوقّع في لوحة فوتوغرافية كانت على مقرّبة من أملاح اليورانيوم. إثر ذلك راخت ماري كوري وزوجها بيير يسفصيان اليورانيوم، فوجد أن البولونيوم، خام اليورانيوم، هو على درجة من الفاعلية الإشعاعية تُوحى بتواجد عنصر مُشع آخر بين مقرّماته. وكان أن وجدوا عنصرين هما الراديوم والبولونيوم. وتقاسم بيكريل وماري وبير كوري جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٠٣ لِعزلهن عنصر الراديوم. وقد ماتت ماري كوري بداء الموكيميا (سرطان الدم) ربما بسبب تعرّضها المفرط للإشعاع!

الاستخدامات المفيدة للإشعاع

الأشعة المنبعثة من المواد المشعة قد تكون قاتلة، لذا يجب التعامل معها بعناية بالغة. وهي قد تُسبب لأغراض نافعة، كما في التطبيقات الطبية ذات البقاربات النووية التي تُؤمّر لمدة أطول بكثير من البقاربات العادية. كذلك فإن الأمراض السرطانية تُكتشف وتُعالج باستخدام الإشعاعات.

أجهزة الإنذار من الدخان

يحتوي الكثير من أجهزة كشف الدخان مصدراً شحناً ضعيفاً كالأمريسيوم-241. إن إشعاعات هذا المصدر تؤثّر في الدقائق داخل خبيرة التحسس مُرسلةً تياراً كهربائياً خفيفاً، فإذا دخل الدخان تلك الخبيرة، تنطرب الأيونات ويتعاضد التيار، فتُحسّن الجهدية المُشعّرة هذا الانخفاض وتُطلق نغمة الإنذار.



تحتوي خبيرة التحسس على مادة شحّنة تُساعد في اكتشاف الدخان.

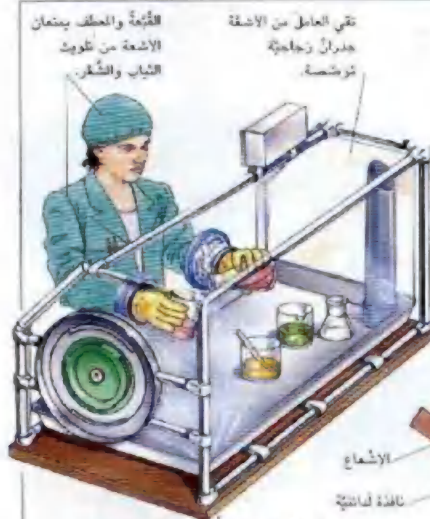
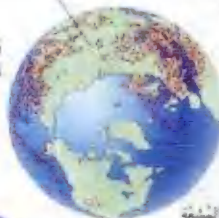
علاج جيجر

علاج جيجر يُكتشف ويُقيس شدة الإشعاع. وهو يحمل اسم عالم جيجر (1887-1945)، الفيزيائي الألماني الذي أنجزه بشكله الحالي. يُعدّ الجيجر الكاشف بالغاز على ضغط جوي، وهذا الغاز يتأثّر بالإشعاع متغيّراً لخصائص كهربائية تُشبه سرعة التبدّل أو سرعة التآكل مُحددةً كمية الإشعاع.



الشقّط المُشعّ

تحتوي شقّطات القدرة النووية كمّيات كبيرة من المواد المشعة لا تُحظر منها عادةً لكن فيها خطرٌ كامنٌ، أسوأ الحوادث النووية العالمية كان انفجار مفاعل شيرنوبيل النووي. بأوكرانيا، في نيسان 1986، فالنوايا المُشعّقة التي تُلقيت في الهواء عادت لاحقاً إلى الأرض لسُحبات مُشعّقة، مُلوّنة مناطق شاسعة من أوروبا وآسيا. وتُبين الخارطة المُشابهة مناطق التلوث الإشعاعي في العالم بعد عشرة أيام من الانفجار.



مُعالجة المواد المشعة

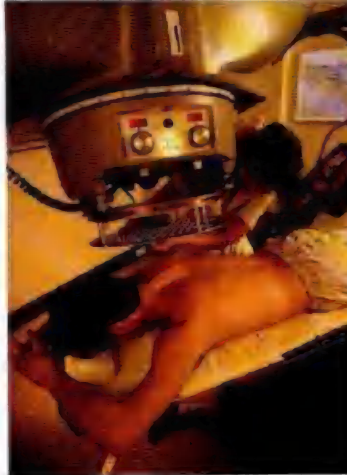
بحسب معاملة المواد المشعة بعناية بالغة. ففي الصناعة النووية يُعالج العاملون هذه المواد من خلال تقاربات مرتبّة في مُشغلات مُلَوّنة. وحينما يُضطرون إلى مُعالجة تلك المواد الخطرة خارج الغرف المُتواجدة فيها، يستخدمون آلات مُعالجة المُخلفات تُحاكي عمل أياهم. ويحصل جميع العاملون في المحطات النووية شارات صفراء خاصة تُنقش بقياس الجرعات. تُستعمل كمية الإشعاع التي يتعرضون لها خلال فترة زمنية مُعيّنة.



الرؤم بالنظائر المشعّة

عندما تُخلط بعض النظائر المشعّة في الجسم، تنتج في أعضاء مُشعّة ترتفعها وتُزودها، منّا يُسرّ للأطباء المُختصين فحصها. كما إنّ الأشعة التي تبعثها تلك النظائر قد تُكتشف أيضاً الأوعية المُضغوطة. في الصورة المُضغوطة الألوان القلب بشريّ أعلاه، يُظهر النسيج المعطوب على شكل بقعة (خضراء) في اليسار الصورة.

لمزيد من المعلومات فَطَر
الحيّة الذرّية ص ٢٤
الترابط الكيميائي ص ٢٨
العناصر ص ٣١
الهندسة ص ٤٧
الطاقة النووية ص ١٣٦
القلب الكهربائي ص ١٩٢
حقائق ومعلومات ص ٤٠٧



التاريخ بالكربون المشعّ

في ألبسة الحيوانات والنباتات نُسبة معروفة من نظير الكربون المشعّ (الكربون-14). وعند موت هذه الكائنات يتوقّف تناولهم لمزيد من الكربون، وتُسبب كمية الكربون-14 طبقاً بالتناقص يُعقّل معروف (هو عمر النصف) وباستخدام هذا المُعقّل، يُمكن تقدير عُمر المواد العضوية القديمة بقياس كمية الكربون-14 المُتبقيّة فيها. إنّ عُمر البطانة الخشبية هذه المُشعّرة للمياه، هو حوالي ٢٥٠٠ سنة.



العلاج بالإشعاع

يُعالج المرضى المُصابون بقاء السرطان بالإشعاع. في هذه المكنة، تُرَفّق أشعة غاما المُشعّة من نظير كوبالت مُنقّلة على المنطقة المُصابة للقتل خلافاً ومُنع السرطان من الانتشار إلى مناطق أخرى من الجسم. كما تُستخدم أشعة غاما أيضاً في تعقيم المُعدّات الطبية.

التَّرابُط الكيماويّ

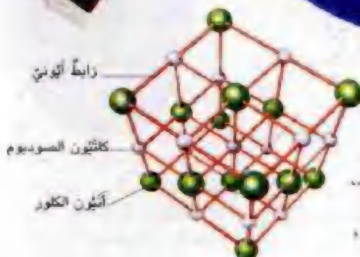
ذرة صوديوم

يُلح الطعام تَوَلَّفه ذرّات الصوديوم والكلور. وهي ليست مُجرّد خليط بعضها مع بعض بل متحدّة ومتماسكة معاً بروابط كيماويّة. والروابط هذه بمُختلف أنواعها تشمّل حركة الإلكترونات في الغلافات الفُصوى للذرّات والإلكترونات نفسها يُطرق مُتباينة. في الملح، مثلاً، تمنحُ الذرّات إلكترونات (كما الصوديوم) أو تتلقّاها (كما الكلور). وهذا يشكّل ما يُعرف بالروابط الأيونيّة. أمّا في مركّبات أُخرى، كالماء، فالذرّات تشارك الإلكترونات فيما بينها مُشكّلة ما يُدعى بالروابط الإسهاميّة. أمّا في الفلزّات، فالإلكترونات تُسري حَول جميع الذرّات فيما يُعرف بالروابط الفلزيّة. فالذرّات المختلفة المتحدّة والمتماسكة بعضها مع بعض بهذه الروابط المختلفة تُؤلّف ملايين المواد المتنوعة المتباينة المتواجدة على الأرض.

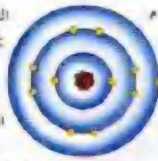
التكاوّل

التكاوّل هو عدّد الروابط التي يمكن للذرة أن تتحد بها مع ذرة أخرى. ولكلّ ذرة رقم يبيّن ذلك يُدعى رقم التكاوّل. فذرة الصوديوم، مثلاً، رقم تكافؤها واحد إذ إنّ غلافها الخارجيّ يحوي إلكترون واحد، بينما يضمّ غلافها الثاني مجموعة ثمانية. فهي لذا تُترجّ إلى الترابط بهذا الإلكترون مع ذرة أخرى (كما في كلوريد الصوديوم) وتبقى هي بمجموعة ثمانية مستقرّة. أمّا ذرة الكلور فلهذا أربعة إلكترونات في غلافها الخارجيّ، ويُنقصها الترابط مع أربع ذرّات أخرى التكوين مجموعة ثمانية مُستقرّة. وهكذا فإنّ رقم تكافؤها يساوي أربعة. هذا وبعض الذرّات تكاوّل مُتغيّر، فذرة الحديد، مثلاً، تستطيع الترابط مع ذرتين أخريين أو ثلاث.

بروابط الذرّات يزداد استقرارها، وتكوّن عادةً أكثر استقراراً عندما يحوي غلافها الخارجيّ ثمانية إلكترونات تشكّل ما يُسمى الثمانيّة المُستقرّة.

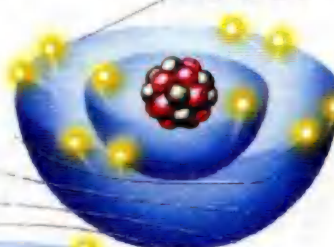


ذرة الصوديوم



ذرة الكلور

لقد خسرت ذرة الصوديوم إلكترونًا سالب الشحنة فأصبحت أيونًا موجب الشحنة يُدعى كاثيونًا (هائمًا).



وكذلك ذرة الكلور إلكترونًا فأصبحت بذلك أيونًا سالب الشحنة يُدعى أنيونًا (صاعدة).

البنية الأيونية

في مُركّب أيونيّ ككلوريد الصوديوم، تتنظم جميع الأيونات في هيكلية مُنظمة تُدعى شبكة أيونيّة مُمتدّة. فبلورات الملح مُشكّلات، تبعاً للبنية الأساسيّة للشبيكة. إنّ جميع المركّبات الأيونية تشكّل شبكات، لكنّ نُسج النظام أيوناتها يختلف من شبكة إلى أخرى وهذا يعطي الشبيكة بنيةً مُختلفة، والبنية شكلًا مُعيّراً مُميّزًا.

الروابط الأيونية

يُسمّى الترابط الأيونيّ عندما تكتسب الذرة أو تُفقد إلكترونات أو أكثر من إلكترونات غلافها الخارجيّ الأقصى. وهي بذلك تصبح مشحونة بالكهرباء، فنُسمى أيونًا، والأيونات إمّا موجبة (كالكاتيونات) أو سواعة (أنيونات). فالذرة التي تخسرت إلكترونات تصبح حابطة (كاثيون) أو أيونًا موجب الشحنة، والذرة التي اكتسبت إلكترونات تصبح صاعدة (أنيون) أو أيونًا سالب الشحنة. وهذه الشحونات المتضادة كهربائيًا تجذب الأيونات بشدّة بعضها نحو بعض، لذا فإنّ مُعظم الروابط الأيونية مُنيعة من التمزج جُلًا ففُشها. وهكذا، فالتركيبات الأيونية هي غالبًا من الحاويد، ولا تتصهر إلّا على درجات حرارة عالية جدًا. وعند اتّحاد ذرّات الصوديوم والكلور، تُكوّن روابط أيونيّة فيما بينها، تتصحب المُركّب الأيونيّ كلوريد الصوديوم (ملح الطعام).

لينوس بولنج

وُلد لينوس بولنج، الكيميائيّ الأمريكي، عام ١٩٠٦. وعُلاّل الثلاثينيات من القرن العشرين، طوّر نظريات مُهمّة حوّل الترابط الكيماوي والتركييب الجزيئيّ، وقام بتأسيس مقادير الطاقة اللازمة لتكوين الروابط الكيماوية وزواياها، كما قاس المسافات بين الذرّات. وقد نال بذلك جائزة نوبل للكيماياء عام ١٩٥٤. وفي عام ١٩٦٢، مُنح أيضًا جائزة نوبل للسلام تقديراً لجهوده في وقف تجارب القنابل النووية.

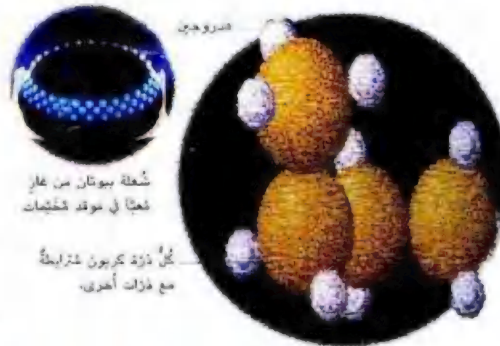


الروابط الإسهامية

كثرة من أنواع الذرات لا تخسر (أو لا تكسب) إلكترونات بسهولة لتشكل روابط أيونية، فبعض من ذلك بمشاركة الإلكترونات فيما بينها. وتتم هذه المشاركة بأزواج تدعى أزواجاً (إلكترونية). وهذا النمط من الترابط يسمى رابطة إسهامية، كما تدعى أصغر جزء من الرابطة هي الروابط الإسهامية جزئياً. إن قوى التجاذب التي تنشأ هذه الجزيئات بعضها إلى بعض ضعيفة إلى حد بعيد، لذا نجد معظم المركبات الإسهامية تتراكم غازات أو سوائل. وهي ذات نقاط انصهار وغلجان منخفضة لأن قسمة الروابط بينها لا يستلزم طاقة كبيرة.

الجزيئات التساهمية

تتم محاكاة الشكل الحاسوبية هذه بيئة مجسمة لتقريب الكربوني البنزول (غاز الفوارير). فانسولان مركب تساهمي نموذجي، وسأله يتحول بسهولة إلى غاز لأن جزيئاته مترابطة فيما بينها بقوى ضعيفة، تدعى قوى فان دير فالز.

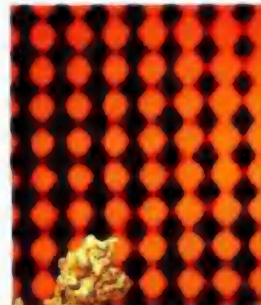


شعلة بنزين من غاز
تحتل في موقد شعلات

تحتل ذرة كربون مترابطة
مع ذرات أخرى.

الروابط الفلزية

ترابط الإلكترونات في العلاف الخارجي للذرات الفلزات ترابط راجح، لما فهي تنمو في جمل أو 'بحر' مشترك من الإلكترونات متحركة ما يعرف بالترابط الفلزي. وهذا الجمل من الإلكترونات يمكنه أن يشاري بحرية حول جميع الذرات، وهذا يفسر كون الفلزات موصلات جيدة للحرارة والكهرباء. فعندما تسقط الحرارة أو الكهرباء على جزء من الفلز، تحملها الإلكترونات بسرعة إلى جميع الأجزاء الأخرى.

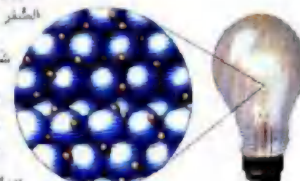


صورة مصغرة الألوان
لتشبيكة ذهنية، والنقط
المشرقة تمثل ذرات الذهب

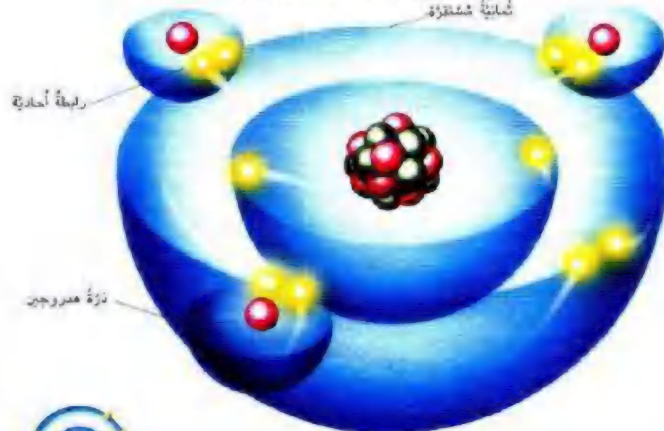
شعلة ذهب فتتألق

الإلكترونات الخارجية
للذرات الفلزات تتحول
بسهولة من ذرة إلى أخرى.

تتولد الشعلة المعدنية للشمعة
حالياً بلمر التيار الكهربائي عثرها.



في العلاف الخارجي لذرة الفلزيون خمسة إلكترونات وهي ترتبط مع ثلاث ذرات من الهيدروجين لتؤلف ثنائياً ششكلاً.



ذرة هيدروجين



جزيء الأكسجين (ذرتا أكسجين)

الروابط المزدوجة

في الروابط الإسهامية تتشارك الذرات أحياناً بزوجين من الإلكترونات بدلاً زوج واحد. فعلى أكسجين الهواء، مثلاً، يتألف من ذرتين مترابطتين برابطة ثنائية (مزدوجة).

الروابط الهيدروجينية

يتألف جزيء الماء (H₂O) من ذرتي هيدروجين مترابطتين مع ذرة واحدة من الأكسجين برابطتين إسهاميتين. وبالإضافة إلى لهماشكها بقوى فان دير فالز، فإن جزيئات الماء ترتبط أيضاً بعضها مع بعض بروابط هيدروجينية. ويحصل هذا الترابط بانجذاب ذرات الهيدروجين الموجبة الشحنة نوعاً ما إلى ذرات الأكسجين، السالبة الشحنة نوعاً ما. وتكسب ذرات الأكسجين الشحنة السالبة الضعيفة لأنها تجذب الإلكترونات الترابط الإسهامي بقوة أكبر مما تفعل ذرات الهيدروجين.



بنية الفلزات

تترافق ذرات الفلزات صفوفاً منتظمة التوافق يندمجها تفر من الإلكترونات في شبكة فلزية متحركة، تقي بحر الإلكترونات هذا لا ترتبط الذرة مع الذرات المجاورة، بل تتحول الذرات بحرية، لكن تنقل دوماً متماسكة لتشكل روابط قوية في مواقعها الجديدة. وهذا يفسر قابلية الفلزات للتشبيك والتطريق.



مزيد من المعلومات فظهر

- البنية الذرية ص ٢٤
- البُلوَرَات ص ٣٠
- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- توصيف التفاعلات ص ٥٢
- المركبات والتزيمات ص ٥٨
- كسبه الماء ص ٧٥
- الكهرباء والتاوية ص ١٢٨

البُورَات

إذا تَفَحَّصْتَ قَلْبًا من الشُّكَّر بعدسة مَكْبَرَةٍ تَرى مُكَتَبَات دَقِيقَةً زَجَاجِيَّة المَظهر هي بُلُورَات الشُّكَّر. الحِجَارَةُ الكَرِيمَةُ، كَالْيَاقُوتِ وَالضَّفِيرِ هي بُلُورَات أيضًا. إِنَّ مُعْظَمَ الحِوَامِيدِ، بِمَا فِيهَا مِنَ القِلَازَاتِ، تَتَأَلَّفُ من كَمِّيَّات كَثِيرَةٍ من البُلُورَات قد لا يَمُكِن رُؤْيُهَا أحيانًا لِأَنَّهَا أَصغَرُ من أَنْ تُرَى، أو لِشِدَّةِ تَلَاوُحِهَا وَتَلَاصُّقِهَا. لَكِنِ البُلُورَات في الصَّخُورِ كَثِيرًا ما تَكُونُ وَاضِحَةً لِلْعَيَانِ رُغمَ أَنَّهَا غَالِبًا لا تَتَخَذُ شَكْلًا مُعَدَّدًا لِتَرَاثُهَا مَعًا. أَمَّا المُتَنامي مِنهَا بِحُرِّيَّةٍ في الفُجُوات الصَّخْرِيَّة فيَتَخَذُ أَشْكَالًا مُنْتَظِمَةً جَمِيلَةً. هُنَاكَ سَبْعَةُ أَشْكَالٍ أو أَنْظُمَةٍ بُلُورِيَّةٍ (مُيَسَّيَّةٌ أَذْنَاهُ)، وَهي تَعكُسُ التَّرتِيبَ أو النِّسْبَ البُلُورِيَّ لِلذَّراتِ أو الأَيُونَاتِ الَّتِي تَوَلَّفُ البُلُورَةَ. وَالْعُلَمَاءُ يَتَقَصَّوْنَ هَذَا النِّسْبَ بِأَشْعَةٍ إكْسِ (الْأَشْعَةُ السِّيَّيَّةُ).

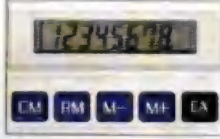


ألوان البُورَات

من البُلُورَات ما تَحُلُّهُ قَرِيبًا فَرْدٌ وَاحِدٌ، كَالكَبْرِيَّةِ لِكَيْلِ المَرْزُوقِ أو الكَوَارِثِ (الَّتِي أَكْسِدَ الشُّكْرُوكُن) مُتَبَايِنٌ لَوْنُ البُلُورَات لِأَحْوَالِهَا شَوَابِثٌ مُتَوَعَّةٌ، فَالْمَرْزُوقُ الضَّيْفُ شَافٍ وَيَدْعَى البُلُورَ الصَّخْرِيَّ. أَمَّا غَيْرُ الضَّيْفِ فَقد يَكُونُ أَيْضًا (كَالْمَرْزُوقِ) أَوْ قَرِيبًا (كَالْمَرْزُوقِ) (الْوَرْدِيَّةُ) أَوْ أَصغَرُ لَوْنِيًّا (كَالْمَرْزُوقِ) أَمَّا لَوْنُ الأُجْرَاتِ (الْمَرْزُوقِ) فَقد تَوَلَّى نَاتِجَ أَساسِها مِنَ الحديدِ.

البُورَات الشَّائِلَةُ

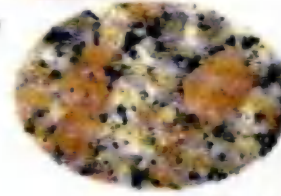
إِنَّ ما نَحْنُاجُهُ في وَاجِهَةِ المَاشِآتِ وَالْحَاسِبَاتِ



الرَّقْمِيَّةُ يَتَأَلَّفُ من بُلُورَةٍ شَائِلَةٍ مُشَاعِلَةٍ مَحْصُورَةٍ بَيْنَ صَهِيتَيْنِ مِنَ الرُّجَاجِ في سَاطِعٍ مُعَيَّنٍ. وَعِندَما يَمُرُّ التَّيَّارُ الكَهْرَبائيُّ عَبرَ البُلُورَةِ تَبْدُو البُلُورَةُ مُشَوَّعَةً في القِطْعِ العَرَّادِ (إِذَا رَأَى الرُّقْمَ الصَّحِيحَ بِهَا، يَبْدُو تَحَلُّلَ القِطْعِ الأُخْرَى شَافِيًا) وَهَكَذَا يَمُرُّ العَرَّاسُ بِالبُلُورَةِ الشَّائِلَةِ.

الانتماء والنقل

عند تَفَحُّصِ البُلُورَات بِإِلَاحِظِ أَلْهَا تَتَمَيَّنُ غَالِبًا بِمُورَاتٍ مُتَوَافِتٍ مُتَعَدِّدَةٍ عِلَاقٍ بِالنِّسْبِ البُلُورِيَّ الأَسَاسِيَّ. فَالْمِصْكَاءُ، مُتَعَدِّدًا، تَتَمَيَّنُ صَفَاحَتِها وَرَقِيقَتِها بِبُلُورَاتٍ مُعَدِّدَةٍ مُتَوَافِتَةٍ.



الجَمَاجِمَاتِ

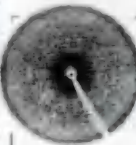
بُلُورَاتُ الجَمَاجِمَاتِ، وَهِيَ صَخْرٌ نَارِيَّةٌ، كَبِيرَةٌ لِأَنَّهَا كَانَتْ قَدِ بَرَدَتْ بَظَنًا. أَمَّا عَدَمُ انْتِظامِ شَكْلِ البُلُورَاتِ مُعَادٍ إِلَى أَنَّهَا كَانَتْ قَدِ تَشَكَّلَتْ مُتَرَاثُحَةً بِعَظْمِهَا إِلَى بَعْضِ لَوْنٍ فِي خَبَرِ خَبَرٍ.



تَنَمِّيَةُ البُلُورَاتِ

شَاطِئُ هَذِهِ النَّمَطِ مِنَ البُلُورَاتِ المُنْتَظِمَةِ حَصَلَ مِنْ بُلُورَاتٍ كَبِيرَاتٍ الحَدِيدِ الشَّافِيَّةِ (الَّتِي هِيَ) وَبُلُورَاتٍ كَلَوِيَّةِ الكُونِيتِ (الْقَائِمَةُ الرُّقْمِيَّةُ)، وَبُلُورَاتٍ تَبْرُوتِ النُّجَاسِ (الْقَائِمَةُ الرُّقْمِيَّةُ). إِنَّ تَنَمِّيَةَ البُلُورَاتِ عَمَلِيَّةٌ سَهْلَةٌ يَمُكِنُكَ إِجْرَافُهَا بِمَعْلُومَةٍ خَيِّدٍ فِي مَحَلِّهِ مَرَكَّزٍ مِنَ المَاءِ وَالشُّكَّرِ أَوْ مِنَ المَاءِ وَبُلُورَاتِ الجَزْأَةِ (كَبِيرَاتِ النُّجَاسِ).

المَرْزُوقِ (الْكَوَارِثِ) نَوَاحِي



الْمَرْزُوقِ (الْكَوَارِثِ) نَوَاحِي

الْمَرْزُوقِ (الْكَوَارِثِ) نَوَاحِي

الْمَرْزُوقِ (الْكَوَارِثِ) نَوَاحِي

الْمَرْزُوقِ (الْكَوَارِثِ) نَوَاحِي

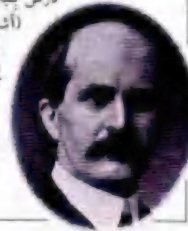
الْمَرْزُوقِ (الْكَوَارِثِ) نَوَاحِي

الْمَرْزُوقِ (الْكَوَارِثِ) نَوَاحِي

وَلْيَامُ نِراج

وَلْيَامُ هِنري نِراج (١٨٦٣-١٩٤٣) وَابْنُهُ وَلْيَامُ لورانس نِراج (١٨٩٠-١٩٧١) كَانَا أَوَّلَ مَنْ دَرَسَ بَنِيَّةَ البُلُورَاتِ بِالأَشْعَةِ السِّيَّيَّةِ (أَشْعَةُ إكْسِ). وَقد نَالَا جَازَةَ نُبُولِ

لِلْفَرِيزِيَاءِ عامَ ١٩١٥ لِمَعْلُومَاتِهِمَا هَذَا. عِندَ إِجْرَافِ حُرْمَةٍ مِنْ أَشْعَةٍ إكْسِ عَبرَ بُلُورَةٍ تُسْقِطُ تَمَاطِلًا لَسَفِيًّا عَلَى صَفِيحَةٍ فُوتُوغَرَفِيَّةٍ، يُدْعَى المِصْطَلَقُ البُلُورِيَّ؛ وَلِكُلِّ بُلُورَةٍ مُصْطَلَقُهَا الخاصُّ بِهَا. وَهَذَا المِصْطَلَقُ يَكْتَسِبُ بَنِيَّةَ الدَّخْلِيَّةِ لِلْبُلُورَةِ وَتَنَسُّقَ ذَرَاتِهَا أَوْ أَيُْونَاتِهَا.



الأنظمة البُلُورِيَّة

الأنظمة البُلُورِيَّةُ السَّبْعَةُ مُيَسَّيَّةٌ أَعْلَاهُ. وَالْمَعْرُوفُ أَنَّ البُلُورَاتِ الكَامِلَةَ وَالنَّاتِجَةَ الشَّكْلَ فَادِرَةً. لَكِنِ مَعَهَا كَانَتْ شَكْلُ البُلُورَةِ فَإِنَّ بِالْإِنْكَانِ قِيَاسَ تَمَاطِلِهَا. وَهَذَا يُسَاعِدُ العُلَمَاءَ عَلَى تَعَرُّفِ هَوِيَّتِهَا.

لَمزيد من المعلومات انظر

- حالات المادة ص ٦٨
- التوازن الكيميائي ص ٢٨
- الكبريت ص ٤٥
- الأملاح ص ٧٣
- كيميااء الماء ص ٧٥
- الصخور والمعادن ص ٢٢١
- حقائق وتعليمات ص ٢٠٢

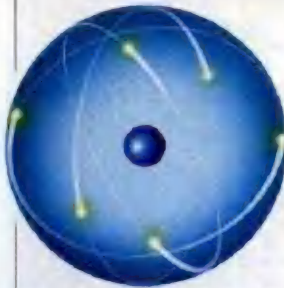
العناصر

تتألف السبيكة الذهبية من نوع واحد من الذرات هي ذرات الذهب، وهذا يعني أنّ الذهب عنصر. والمعروف أنّ معظم الأشياء في الكون تتألف من مجموعات مُتولّفة من الذرات المختلفة، تُدعى مركّبات. قِلّة من العناصر فقط يمكن أن تتواجد في حالة نقيّة، كالذهب والنحاس والفضة. لقد تمّ حتى اليوم تعرّف ١٠٩ عناصر، يتواجد منها طبيعيًا ٨٩. وكان تمّ اكتشاف عشرة عناصر قبل القرن الثامن عشر، واكتُشفت مُعظم الباقي في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر حين بدأ الكيميائيون جدًّا بتقصّي العناصر والمركّبات الكيميائية. وقد أصبح الجدول الدوريّ اليوم يضمّ ٢٠ عنصرًا إصطناعيًا لا

تتواجد في الطبيعة؛ جميعها ذو فاعليّة إشعاعيّة، وبقاء بعضها لا يتجاوز بضعة أجزاء المليون من الثانية.



شمس مجر



الإلكترونات
السكّة للذرة
الكربون لتؤم
حولها باستقرار.
والأربعة منها في
الغلاف الخارجيّ
جائعة للتألف
مع ذرات أخرى.



شخص في القرن التاسع عشر

نشأة العناصر

الهيدروجين، أبسط العناصر، كان أولها تكوّنًا بعد شتّى وجيزة من الإنفجار العظيم الذي كان به التكوّن مُدّ آلاف ملايين السنين. ثمّ ثلاثة عشر الهليوم. إنّ جميع العناصر التي تتألف منها الأرض حاليًا كانت قد تكوّنت في أعناق نجوم عملاقة، ثمّ انتشرت في الفضاء بعد تفكّك تلك النجوم.

العناصر القديمة

خلال القرن الرابع ق.م. كان فلاسفة الإغريق، بمن فيهم أرسطو، يعتقدون أنّ جميع أشكال المادة مُكوّن من أربعة عناصر طوط هي النار والهواء والماء والتراب مُتّسفة يتّسبب مختلفة، فالعظم، مثلاً، كان، في رُغمهم، يتألف من أربعة أجزاء نارًا، وجزأين ماء، وجزأين من التراب. ويبيّن الرُسم أدناه، من مخطوط نصيّة بالألمانية عن الخيمياء في القرن التاسع عشر، أربعة رموز تُمثل التراب والماء والهواء والنار.



العناصر في ما قبل التاريخ

الحديد كان أحد العناصر التي عرفها القدماء منذ حوالي العام ١٥٠٠ ق.م. فقد اكتشف الحثوث، الذين استوطنوا ما هو اليوم أواسط تركيا، طريقة استخراج الحديد بإحداة خاماته. ولم يمضِ طويل وقتٍ حتى انتشرت هذه المعرفة غير الفازة الأوروبية. يتخلّل الحصيد الحديديّ هذا بزيّد فمره على ٢٠٠٠ سنة.



عصر العناصر

لعلّ الكيميائي الألماني، فليش براند، باستخلاصه الفسفور عام ١٦٦٩، كان أول من يحضّر عنصرًا من خاماته. لكنّ الأمر استغرق قرابة القرن من الزمان قبل أن يقبضه آخرون بإحداة المواد لاستخلاص العناصر من ترقيباتها. وقد توطّل بعضهم إلى تفكّل عناصر بالكهرلة - أي بإمرار تيار كهربائيّ عبر المواد، متحلولة أو منصهرة.



النسج الحثث

يستطيع الفيزيائيون التّرويون تخليق عنصر جديد بقلب عنصر موجود بجسيمات فائقة السرعة في شوارع حثث. فزيادة عدد البروتونات في نوى الفلزّات بتولّد عنصر جديد.

العناصر الشائعة

العنصران الأكثر شيوعًا في الكون كمجموع، وهما الهيدروجين والهليوم، فهما العنصران الأساسيان في النجوم، إذ يشكّلان ٩٨ في المئة من مادّتها. أمّا في القشرة الأرضية، فعنصر الأكسجين هو الأكثر وفرة بين جميع العناصر وتليه السيليكون، حيث يشكّلان معًا حوالي ثلاثة أرباع كمّيات القشرة. والمعلوم أنّ العناصر الأكثر تواجّدًا في جسم الإنسان هي الكربون والهيدروجين والأكسجين لأنّها تُركّبت مُعظم المركّبات في جميع خلايا الجسم.



عناصر في القشرة الأرض

- عناصر جيّ نادرة
- البوتاسيوم
- المغنسيوم
- الصوديوم
- الكالسيوم
- الحديد
- الألمنيوم
- السيليكون
- الأكسجين

الذرات

جميع ذرات العنصر تحوي الأعداد نفسها من الإلكترونات والبروتونات. وهذا يجعل كلّ عنصر قريبًا كيميائيًا.

لمزيد من المعلومات تخطّر
الشيّة الذرّية ص ٢٤
النشاط الإشعاعي ص ٢٦
الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
المركّبات والمزيجات ص ٥٨
حقائق وتعلّومات ص ٢٠٢

الجدول الدوري للعناصر

قد يبدو هذا الجدول مُعَقَّدًا، لكنَّه في الواقع جدولٌ بسيط بالعناصر جميعها مُرتبةً ترتيبًا تصاعديًّا، في صفوف أفقيَّة تبعًا لأعدادها الذريَّة (أي عدد البروتونات في نواتها). ففي ثمانينيات القرن التاسع عشر لاحظَ الكيميائيون أنَّ لمجموعات مُعيَّنة من العناصر خواصَّ مُتماثلة، فحاولوا ترتيبها في مجاميع مُجدولة بشكلٍ يبيِّن ذلك بوضوح. وفي عام ١٨٦٩ نُشرَ ديمتري مندلييف الجدول الأفضل بينها الذي ما زال يُستخدمُ حتى اليوم؛ فيستطيعُ الكيميائي معرفة الكثير عن عُنصرٍ ما بالنظر فقط إلى موقعه في الجدول الدوري.

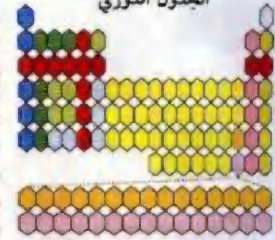
ترتيباً تصاعدياً، في صفوف أفقية تبعاً لأعدادها الذرية (أي عدد البروتونات في نواتها). ففي ثمانينيات القرن التاسع عشر لاحظ الكيميائيون أن لمجموعات معينة من العناصر خواصاً شتاتلة، فحاولوا ترتيبها في مجاميع مبدولة بشكل يبين ذلك بوضوح. وفي عام ١٨٦٩ نشر ديمتري مندلييف الجدول الأفضل بينها الذي ما زال يُستخدم حتى اليوم؛ فيستطيع الكيميائي معرفة الكثير عن عنصر ما بالنظر فقط إلى موقعه في الجدول الدوري.

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
هيدروجين	هيليوم	ليثيوم	بيريلا	بورون	كربون	نيتروجين	أكسجين	فلور	نيون	صوديوم	مغنيسيوم	ألومنيوم	سيليكون	فوسفور	كبريت	هالوجين	غاز نبيل
١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦
٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤
٥٥	٥٦	٥٧	٥٨	٥٩	٦٠	٦١	٦٢	٦٣	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢
٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	٧٧	٧٨	٧٩	٨٠	٨١	٨٢	٨٣	٨٤	٨٥	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠
٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠	١٠١	١٠٢	١٠٣	١٠٤	١٠٥	١٠٦	١٠٧	١٠٨
١٠٩	١١٠	١١١	١١٢	١١٣	١١٤	١١٥	١١٦	١١٧	١١٨	١١٩	١٢٠	١٢١	١٢٢	١٢٣	١٢٤	١٢٥	١٢٦
١٢٧	١٢٨	١٢٩	١٣٠	١٣١	١٣٢	١٣٣	١٣٤	١٣٥	١٣٦	١٣٧	١٣٨	١٣٩	١٤٠	١٤١	١٤٢	١٤٣	١٤٤
١٤٦	١٤٧	١٤٨	١٤٩	١٥٠	١٥١	١٥٢	١٥٣	١٥٤	١٥٥	١٥٦	١٥٧	١٥٨	١٥٩	١٦٠	١٦١	١٦٢	١٦٣
١٦٥	١٦٦	١٦٧	١٦٨	١٦٩	١٧٠	١٧١	١٧٢	١٧٣	١٧٤	١٧٥	١٧٦	١٧٧	١٧٨	١٧٩	١٨٠	١٨١	١٨٢
١٨٣	١٨٤	١٨٥	١٨٦	١٨٧	١٨٨	١٨٩	١٩٠	١٩١	١٩٢	١٩٣	١٩٤	١٩٥	١٩٦	١٩٧	١٩٨	١٩٩	٢٠٠
٢٠١	٢٠٢	٢٠٣	٢٠٤	٢٠٥	٢٠٦	٢٠٧	٢٠٨	٢٠٩	٢١٠	٢١١	٢١٢	٢١٣	٢١٤	٢١٥	٢١٦	٢١٧	٢١٨
٢٢٠	٢٢١	٢٢٢	٢٢٣	٢٢٤	٢٢٥	٢٢٦	٢٢٧	٢٢٨	٢٢٩	٢٣٠	٢٣١	٢٣٢	٢٣٣	٢٣٤	٢٣٥	٢٣٦	٢٣٧
٢٣٩	٢٤٠	٢٤١	٢٤٢	٢٤٣	٢٤٤	٢٤٥	٢٤٦	٢٤٧	٢٤٨	٢٤٩	٢٥٠	٢٥١	٢٥٢	٢٥٣	٢٥٤	٢٥٥	٢٥٦
٢٥٩	٢٦٠	٢٦١	٢٦٢	٢٦٣	٢٦٤	٢٦٥	٢٦٦	٢٦٧	٢٦٨	٢٦٩	٢٧٠	٢٧١	٢٧٢	٢٧٣	٢٧٤	٢٧٥	٢٧٦
٢٧٩	٢٨٠	٢٨١	٢٨٢	٢٨٣	٢٨٤	٢٨٥	٢٨٦	٢٨٧	٢٨٨	٢٨٩	٢٩٠	٢٩١	٢٩٢	٢٩٣	٢٩٤	٢٩٥	٢٩٦
٢٩٩	٣٠٠	٣٠١	٣٠٢	٣٠٣	٣٠٤	٣٠٥	٣٠٦	٣٠٧	٣٠٨	٣٠٩	٣١٠	٣١١	٣١٢	٣١٣	٣١٤	٣١٥	٣١٦
٣١٩	٣٢٠	٣٢١	٣٢٢	٣٢٣	٣٢٤	٣٢٥	٣٢٦	٣٢٧	٣٢٨	٣٢٩	٣٣٠	٣٣١	٣٣٢	٣٣٣	٣٣٤	٣٣٥	٣٣٦
٣٣٩	٣٤٠	٣٤١	٣٤٢	٣٤٣	٣٤٤	٣٤٥	٣٤٦	٣٤٧	٣٤٨	٣٤٩	٣٥٠	٣٥١	٣٥٢	٣٥٣	٣٥٤	٣٥٥	٣٥٦
٣٥٩	٣٦٠	٣٦١	٣٦٢	٣٦٣	٣٦٤	٣٦٥	٣٦٦	٣٦٧	٣٦٨	٣٦٩	٣٧٠	٣٧١	٣٧٢	٣٧٣	٣٧٤	٣٧٥	٣٧٦
٣٧٩	٣٨٠	٣٨١	٣٨٢	٣٨٣	٣٨٤	٣٨٥	٣٨٦	٣٨٧	٣٨٨	٣٨٩	٣٩٠	٣٩١	٣٩٢	٣٩٣	٣٩٤	٣٩٥	٣٩٦
٣٩٩	٤٠٠	٤٠١	٤٠٢	٤٠٣	٤٠٤	٤٠٥	٤٠٦	٤٠٧	٤٠٨	٤٠٩	٤١٠	٤١١	٤١٢	٤١٣	٤١٤	٤١٥	٤١٦
٤١٩	٤٢٠	٤٢١	٤٢٢	٤٢٣	٤٢٤	٤٢٥	٤٢٦	٤٢٧	٤٢٨	٤٢٩	٤٣٠	٤٣١	٤٣٢	٤٣٣	٤٣٤	٤٣٥	٤٣٦
٤٣٩	٤٤٠	٤٤١	٤٤٢	٤٤٣	٤٤٤	٤٤٥	٤٤٦	٤٤٧	٤٤٨	٤٤٩	٤٥٠	٤٥١	٤٥٢	٤٥٣	٤٥٤	٤٥٥	٤٥٦
٤٥٩	٤٦٠	٤٦١	٤٦٢	٤٦٣	٤٦٤	٤٦٥	٤٦٦	٤٦٧	٤٦٨	٤٦٩	٤٧٠	٤٧١	٤٧٢	٤٧٣	٤٧٤	٤٧٥	٤٧٦
٤٧٩	٤٨٠	٤٨١	٤٨٢	٤٨٣	٤٨٤	٤٨٥	٤٨٦	٤٨٧	٤٨٨	٤٨٩	٤٩٠	٤٩١	٤٩٢	٤٩٣	٤٩٤	٤٩٥	٤٩٦
٤٩٩	٥٠٠	٥٠١	٥٠٢	٥٠٣	٥٠٤	٥٠٥	٥٠٦	٥٠٧	٥٠٨	٥٠٩	٥١٠	٥١١	٥١٢	٥١٣	٥١٤	٥١٥	٥١٦
٥١٩	٥٢٠	٥٢١	٥٢٢	٥٢٣	٥٢٤	٥٢٥	٥٢٦	٥٢٧	٥٢٨	٥٢٩	٥٣٠	٥٣١	٥٣٢	٥٣٣	٥٣٤	٥٣٥	٥٣٦
٥٣٩	٥٤٠	٥٤١	٥٤٢	٥٤٣	٥٤٤	٥٤٥	٥٤٦	٥٤٧	٥٤٨	٥٤٩	٥٥٠	٥٥١	٥٥٢	٥٥٣	٥٥٤	٥٥٥	٥٥٦
٥٥٩	٥٦٠	٥٦١	٥٦٢	٥٦٣	٥٦٤	٥٦٥	٥٦٦	٥٦٧	٥٦٨	٥٦٩	٥٧٠	٥٧١	٥٧٢	٥٧٣	٥٧٤	٥٧٥	٥٧٦
٥٧٩	٥٨٠	٥٨١	٥٨٢	٥٨٣	٥٨٤	٥٨٥	٥٨٦	٥٨٧	٥٨٨	٥٨٩	٥٩٠	٥٩١	٥٩٢	٥٩٣	٥٩٤	٥٩٥	٥٩٦
٥٩٩	٦٠٠	٦٠١	٦٠٢	٦٠٣	٦٠٤	٦٠٥	٦٠٦	٦٠٧	٦٠٨	٦٠٩	٦١٠	٦١١	٦١٢	٦١٣	٦١٤	٦١٥	٦١٦
٦١٩	٦٢٠	٦٢١	٦٢٢	٦٢٣	٦٢٤	٦٢٥	٦٢٦	٦٢٧	٦٢٨	٦٢٩	٦٣٠	٦٣١	٦٣٢	٦٣٣	٦٣٤	٦٣٥	٦٣٦
٦٣٩	٦٤٠	٦٤١	٦٤٢	٦٤٣	٦٤٤	٦٤٥	٦٤٦	٦٤٧	٦٤٨	٦٤٩	٦٥٠	٦٥١	٦٥٢	٦٥٣	٦٥٤	٦٥٥	٦٥٦
٦٥٩	٦٦٠	٦٦١	٦٦٢	٦٦٣	٦٦٤	٦٦٥	٦٦٦	٦٦٧	٦٦٨	٦٦٩	٦٧٠	٦٧١	٦٧٢	٦٧٣	٦٧٤	٦٧٥	٦٧٦
٦٧٩	٦٨٠	٦٨١	٦٨٢	٦٨٣	٦٨٤	٦٨٥	٦٨٦	٦٨٧	٦٨٨	٦٨٩	٦٩٠	٦٩١	٦٩٢	٦٩٣	٦٩٤	٦٩٥	٦٩٦
٦٩٩	٧٠٠	٧٠١	٧٠٢	٧٠٣	٧٠٤	٧٠٥	٧٠٦	٧٠٧	٧٠٨	٧٠٩	٧١٠	٧١١	٧١٢	٧١٣	٧١٤	٧١٥	٧١٦
٧١٩	٧٢٠	٧٢١	٧٢٢	٧٢٣	٧٢٤	٧٢٥	٧٢٦	٧٢٧	٧٢٨	٧٢٩	٧٣٠	٧٣١	٧٣٢	٧٣٣	٧٣٤	٧٣٥	٧٣٦
٧٣٩	٧٤٠	٧٤١	٧٤٢	٧٤٣	٧٤٤	٧٤٥	٧٤٦	٧٤٧	٧٤٨	٧٤٩	٧٥٠	٧٥١	٧٥٢	٧٥٣	٧٥٤	٧٥٥	٧٥٦
٧٥٩	٧٦٠	٧٦١	٧٦٢	٧٦٣	٧٦٤	٧٦٥	٧٦٦	٧٦٧	٧٦٨	٧٦٩	٧٧٠	٧٧١	٧٧٢	٧٧٣	٧٧٤	٧٧٥	٧٧٦
٧٧٩	٧٨٠	٧٨١	٧٨٢	٧٨٣	٧٨٤	٧٨٥	٧٨٦	٧٨٧	٧٨٨	٧٨٩	٧٩٠	٧٩١	٧٩٢	٧٩٣	٧٩٤	٧٩٥	٧٩٦
٧٩٩	٨٠٠	٨٠١	٨٠٢	٨٠٣	٨٠٤	٨٠٥	٨٠٦	٨٠٧	٨٠٨	٨٠٩	٨١٠	٨١١	٨١٢	٨١٣	٨١٤	٨١٥	٨١٦
٨١٩	٨٢٠	٨٢١	٨٢٢	٨٢٣	٨٢٤	٨٢٥	٨٢٦	٨٢٧	٨٢٨	٨٢٩	٨٣٠	٨٣١	٨٣٢	٨٣٣	٨٣٤	٨٣٥	٨٣٦
٨٣٩	٨٤٠	٨٤١	٨٤٢	٨٤٣	٨٤٤	٨٤٥	٨٤٦	٨٤٧	٨٤٨	٨٤٩	٨٥٠	٨٥١	٨٥٢	٨٥٣	٨٥٤	٨٥٥	٨٥٦
٨٥٩	٨٦٠	٨٦١	٨٦٢	٨٦٣	٨٦٤	٨٦٥	٨٦٦	٨٦٧	٨٦٨	٨٦٩	٨٧٠	٨٧١	٨٧٢	٨٧٣	٨٧٤	٨٧٥	٨٧٦
٨٧٩	٨٨٠	٨٨١	٨٨٢	٨٨٣	٨٨٤	٨٨٥	٨٨٦	٨٨٧	٨٨٨	٨٨٩	٨٩٠	٨٩١	٨٩٢	٨٩٣	٨٩٤	٨٩٥	٨٩٦
٨٩٩	٩٠٠	٩٠١	٩٠٢	٩٠٣	٩٠٤	٩٠٥	٩٠٦	٩٠٧	٩٠٨	٩٠٩	٩١٠	٩١١	٩١٢	٩١٣	٩١٤	٩١٥	٩١٦
٩١٩	٩٢٠	٩٢١	٩٢٢	٩٢٣	٩٢٤	٩٢٥	٩٢٦	٩٢٧	٩٢٨	٩٢٩	٩٣٠	٩٣١	٩٣٢	٩٣٣	٩٣٤	٩٣٥	٩٣٦
٩٣٩	٩٤٠	٩٤١	٩٤٢	٩٤٣	٩٤٤	٩٤٥	٩٤٦	٩٤٧	٩٤٨	٩٤٩	٩٥٠	٩٥١	٩٥٢	٩٥٣	٩٥٤	٩٥٥	٩٥٦
٩٥٩	٩٦٠	٩٦١	٩٦٢	٩٦٣	٩٦٤	٩٦٥	٩٦٦	٩٦٧	٩٦٨	٩٦٩	٩٧٠	٩٧١	٩٧٢	٩٧٣	٩٧٤	٩٧٥	٩٧٦
٩٧٩	٩٨٠	٩٨١	٩٨٢	٩٨٣	٩٨٤	٩٨٥	٩٨٦	٩٨٧	٩٨٨	٩٨٩	٩٩٠	٩٩١	٩٩٢	٩٩٣	٩٩٤	٩٩٥	٩٩٦
٩٩٩	١٠٠٠	١٠٠١	١٠٠٢	١٠٠٣	١٠٠٤	١٠٠٥	١٠٠٦	١٠٠٧	١٠٠٨	١٠٠٩	١٠١٠	١٠١١	١٠١٢	١٠١٣	١٠١٤	١٠١٥	١٠١٦
١٠١٩	١٠٢٠	١٠٢١	١٠٢٢	١٠٢٣	١٠٢٤	١٠٢٥	١٠٢٦	١٠٢٧	١٠٢٨	١٠٢٩	١٠٣٠	١٠٣١	١٠٣٢	١٠٣٣	١٠٣٤	١٠٣٥	١٠٣٦
١٠٣٩	١٠٤٠	١٠٤١	١٠٤٢	١٠٤٣	١٠٤٤	١٠٤٥	١٠٤٦	١٠٤٧	١٠٤٨	١٠٤٩	١٠٥٠	١٠٥١	١٠٥٢	١٠٥٣	١٠٥٤	١٠٥٥	١٠٥٦
١٠٥٩	١٠٦٠	١٠٦١	١٠٦٢	١٠٦٣	١٠٦٤	١٠٦٥	١٠٦٦	١٠٦٧	١٠٦٨	١٠٦٩	١٠٧٠	١٠٧١	١٠٧٢				

المجموعات والدورات

كيف تستخدم الجدول الدوري؟ إن العناصر الـ ١٠٩ المعروفة حاليًا مرتبة في صفوف أفقية يتزايد عددها العدد الذري، تسمى دورات. وكما هو بين، فإن الدورات تبدأ بفلز قلوي من اليمين وتنتهي بفلز نبيل عن اليسار. إن ذرات العناصر في بداية كل دورة تحتوي إلكترونًا واحدًا فقط في الغلاف الخارجي. وفي نهاية الدورة يكتسب هذا الغلاف ثمانية إلكترونات. أما العناصر المتواجدة في الأعمدة القائمة، وتسمى مجموعات، فتعوي ذراتها العدد نفسه من الإلكترونات في أغلافها الخارجية؛ لذا فإن لها التكافؤ نفسه وخصائصها الكيميائية متماثلة.

الجدول الدوري



تتألف المجموعة ١٤ من: الكربون (ك) والسيليكون (س) والجرمانيوم (جر) والقصدير (ق) والرصاص (صا)
تتألف الدورة ٢ من: الليثيوم (ل) والبيروميوم (مغ) والكالسيوم (ك) والبريت (ب) والفلور (ف) والكلور (كل) والبروم (بر) واليود (ي) والقصدير (ق) والرصاص (صا)

عدد الإلكترونات لكل عنصر مساو لعدده الذري.

الفلزات والألوان

إن معظم العناصر الكيميائية هي من الفلزات. أما الألومنيات فتشمل مثلًا في يسار الجدول الدوري وتقع بينهما أشياء الفلزات التي لها بعض خصائص الفلزات وبعض خصائص الألومنيات. هناك اختلافات كبيرة متعددة بين الفلزات والألومنيات، فالفلزات جارية (ما عدا الزئبق، فهو سائل)، وهي موصلة جيدة للحرارة والكهرباء، وذات درجات انصهار وغلابة عالية غالبًا، كما تكون أيونات موجبة تدعى هوابط (كاتيونات) عندما ترتبط مع عناصر أخرى. أما الألومنيات لمعظمها غازات ذات درجات انصهار وغلابة منخفضة، وهي ليست موصلة جيدة، ما عدا الكربون؛ كما تكون أيونات سالبة تدعى صوابد (أيونات) عندما ترتبط مع عناصر أخرى.

ذرة الهيليوم لها ثلاث غلافات

ذرة الليثيوم لها أربعة غلافات

ذرة القصدير لها خمسة غلافات

ذرة الزئبق لها ستة غلافات

المجموعة ١

تظهر علاقة المجموعة بشكل واضح في بعض المجموعات، كما في المجموعة ١ (الفلزات القلوية)، والمجموعة ٢ (فلزات الأرض القلوية)، والمجموعة ١٨ (الغازات النبيلة)، فالعناصر متماثلة في التفاعل وفي الغلابة (أي قابلية التفاعل). أما في مجموعات أخرى كالللمجموعة ١٤، فالخصائص الكيميائية تبقى متماثلة، لكن العناصر تتغير من لافلز في أعلى المجموعة إلى فلز في أسفلها. فالكربون (ك) لافلزي ثنائي، والسيليكون (س) والجرمانيوم (جر) كلاهما شبه فلز؛ أما القصدير (ق) والرصاص (صا) فكلهما فلز.

يتزايد عدد الغلافات، وتزداد غلابة ولاحنا مع كل عنصر، يلاحظ أن العدد الأقصى لهذه الغلافات في الذرة هو سبعة. أما عدد الإلكترونات في الغلاف الخارجي لأي عنصر في المجموعة الواحدة فهو دائمًا نفسه. لتجميع عناصرها.

في ذرة السيليكون من المجموعة ١٤، هناك ١٤ إلكترونًا، أربعة منها في الغلاف الخارجي. في ذرة القصدير من المجموعة ٥٠، هناك ٥٠ إلكترونًا، خمسة منها في الغلاف الخارجي.

في ذرة الألومنيوم من المجموعة ١٣، هناك ١٣ إلكترونًا، ثلاثة منها في الغلاف الخارجي.

في ذرة المغنيسيوم من المجموعة ١٢، هناك ١٢ إلكترونًا، اثنان منها في الغلاف الخارجي.

في ذرة الصوديوم من المجموعة ١، هناك ١١ إلكترونًا، واحد منها في الغلاف الخارجي.

تناقص الحجم

يقل عدد الغلافات نفسه غير الدورة؛ لكن يتناقص حجم الذرة. يتزايد عدد الإلكترونات. وذلك لأن زيادة البروتونات في الشحنة تزيد جذبها للإلكترونات نسبيًا.

غير الدورة (أفقي)

بالانتقال غير الدورة من اليمين إلى اليسار، يتزايد عدد الإلكترونات إلكترونًا واحدًا مع كل عنصر، ويظهر تأثير تدريجي في الخصائص الكيميائية. ففي الدورة ٣، تتغير العناصر من الصوديوم (ص)، الفلز، غير السيليكون (س)، شبه الفلز، إلى الأرجون (أ)، الغاز. وتغير العناصر من متعادلات هوابط (كاتيونات) إلى متعادلات صوابد (أيونات).

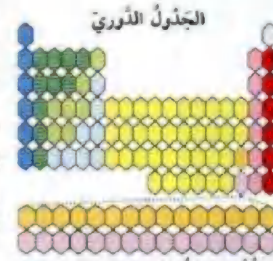
لمزيد من المعلومات

- التيبة الذرية ص ٢٤
- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- العناصر ص ٣١
- الفلزات (الدورة ص ٣٤)
- أشياء الفلزات ص ٣٩
- الغازات النبيلة ص ٤٨
- سلسلة التفاعل ص ٦٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



الفِلِزَّاتُ الْقَلْوِيَّةُ

أَكْثَرُ عناصر المجموعة ١، من الجدول الدوري، شيوعاً هو الصوديوم أحد مُكوّنَي مِلْح الطعام. وتُدعى عناصر هذه المجموعة الفِلِزَّاتُ الْقَلْوِيَّةُ، لأنها تتفاعل مع الماء لتكوّن محاليل قَلْوِيَّة. البوتاسيوم، أحد مُرَكَّبَات الأسمدة المعروفة مثل كبريتات البوتاسيوم وتترات الشيلي، هو عنصر آخر في هذه المجموعة. ومن عناصر هذه المجموعة أيضاً الليثيوم الذي تُستخدم مُرَكَّبَاتُه طَبِّياً في معالجة حالات الاكتئاب القويّ العصبيّ. كما يُمرّج الليثيوم مع الألومنيوم في سبائك خفيفة مَبْنِيَّة تُستخدم في بناء الطائرات. وجميع الفِلِزَّاتُ الْقَلْوِيَّة ذات لونٍ أبيض فضي، وتترايد تفاعليتها تزداداً إذ يحوي الغلاف الخارجي إلكتروناتاً إلكتروناتاً واحداً يتنافّض انجذابه إلى النواة من أعلى المجموعة إلى أسفلها.



تتألف المجموعة ١ من: الليثيوم (لث) والصوديوم (ص) والبوتاسيوم (بو) والروبيديوم (ريد) والسيزيوم (سر) والفرانسيوم (فر)

جميع الفلزات القلوية لينة بحيث تقطع بالسكين.



يتفاعل الصوديوم بشدة مع أكسجين الهواء بحيث يتأكسد سطحه المخدوش في بضع دقائق. لذا تُحفظ الفلزات القلوية مخسورة في الزيت.



صناعة الصابون

يُصنع الصابون الجامد (أو السائل) بالغلاظ المُشغ مع هيدروكسيد الصوديوم (أو البوتاسيوم). ويُعتمد أن الصابون القلوي كانوا اأول من صنع الصابون.

تصايب الصوديوم

تتوهج تصايب الصوديوم بلوناً أصفر برتقالي زاهٍ لأنها تحترق بخار الصوديوم الذي يُصير هذا اللون عند مرور الكهرباء عبره؛ كما تُعطي مُرَكَّبَات الصوديوم لوناً مماثلاً عندما تُمرّض بالهبّ.

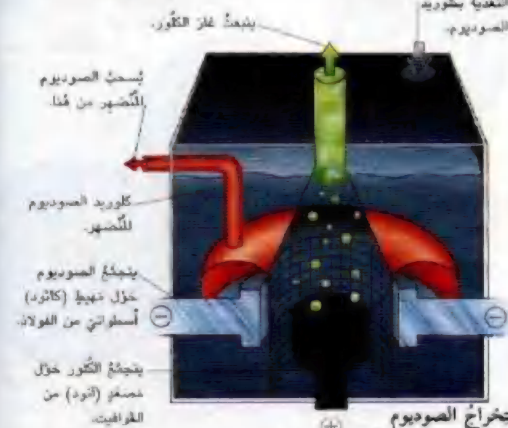


يتفاعل البوتاسيوم أيضاً مع أكسجين الهواء وبشدة أكثر من الصوديوم.



التفاعل مع الماء

تتفاعل قطعة من البوتاسيوم مع الماء بقوة تليق بحيث تُذوّم لآ ذوق كامل السطح مُكوّنة فقايع من غاز الهيدروجين الذي يشتعل بلهب أزرق قرمزي. ويتبع هذا التفاعل هيدروكسيد البوتاسيوم الذي يُحوّل الماء إلى محلول قلوي؛ وتُسبب الحرارة التفاعل. وتتفاعل جميع الفلزات القلوية مع الماء بشكل مُماثل، لكن الروبيديوم والسيزيوم يتفجّران عند ملامسة.

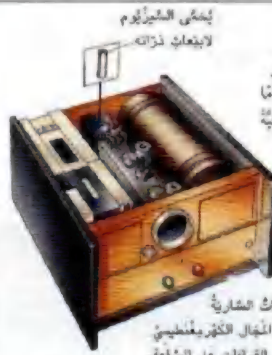


استخراج الصوديوم

يُستخرج الصوديوم من مِلْح الطعام (كلوريد الصوديوم) باستخدام خلية فارن-يُخض المِلْح إلى "أ٠٠" س حتى ينصهر، ويُسري التيار الكهربائي في المِلْح المُنصهر عَنَر مُصغرة (أودي) من الفرافيت وتُهبّ (كاتود) من الفولاذ، فيتحلّل المِلْح إلى عنصرَي الصوديوم والكُلُور. هذه العملية تُدعى عملية الكَهْرَلْيَة (التحليل الكهربائي) وكان الشير شلبي ديفي (١٧٧٨-١٨٢٩) أول من استُخدمها.

ساعة السيزيوم الذرية

تُطبّق الساعات المادية الوقت بعد نوع من الإيقاع المُنتظم كخطرات البندول؛ أما الساعات الذرية فتعتمد التذبذبات الطبيعية للإلكترونات السيزيومية. وهذه الذرات مُحدّث ٧٧٠ ٦٦١ ١٩٢ ٩ ذبذبة في الثانية؛ لذا، فإن ساعات السيزيوم الذرية يمكنها أن تقيس الأجزاء من الثانية بكل دقّة. وتُستعمل ذبذبات ذرات السيزيوم بمساعدة مُجالي كهرومغناطيسي.



الذرات الشاربيّة غير المُجال الكهرومغناطيسي تُؤيّن القراءات على الساعة.

لمزيد من المعلومات انظر
التاريخ الكيميائي ص ٢٨
الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
(الكَهْرَلْيَة (التحليل الكهربائي) ص ٦٧
الفلزات والفراغ ص ٧٠
الكيمياء الزراعية ص ٩١
صناعة الفلزات ص ٩٤
الكهرومغناطيسي ص ١٠٦
حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

فلزات الأثرية القلوية

أشهر عناصر المجموعة ٢ من الجدول الدوري هو الكالسيوم، ويوجد في الطباشير والحليب والعظام وغيرها. وتدعى عناصر هذه المجموعة فلزات الأثرية القلوية لأنها جميعها تتفاعل مع الماء فتكون محاليل قلوية؛ كما إن مركباتها متوافرة في الطبيعة على نطاق واسع. فالبريليوم، مثلاً، يتواجد في الحجارة شبه الكريمة كالزمرّد والزبرجد. والراديوم هو العنصر المشع الذي اكتشفته ماري كوري؛ كما إن أحد نظائر السترونشيوم، السترونشيوم-٩٠، هو أحد المكونات الخطرة للسقيط النووي، لكنه يستخدم أيضاً في معالجة سرطانات الجلد. وجميع فلزات الأثرية القلوية ذات لون أبيض فضي في حال النقاوة؛ وخصائصها الكيميائية شبيهة بخصائص الفلزات القلوية، لكنها أقل تفاعلية؛ والعلاف الخارجي لذرانها يحوي إلكترونين.

الجدول الدوري



تختلف المجموعة ٢ من البريليوم (بي) والليثيوم (لي) والكالسيوم (كا) والسترونشيوم (سر) والباريوم (با) والراديوم (دا) المشع.

ألوان الأسهم النارية

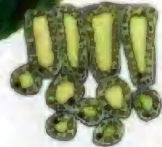
الألوان الزاهية التي نشاهدها في المظاهرات الاستعراضية تتسببها بصورة رئيسية فلزات الأثرية القلوية، فالمغنيسيوم يستخدم في بعض الأسهم النارية ليولد الضوء الأبيض الساطع، كما إن مركبات السترونشيوم تنتج الألوان القرمزية، وتولّد مركبات الباريوم اللون الأخضر بظلاله المختلفة.

السباتك الخفيفة

يستخدم المغنيسيوم على نطاق واسع في سباتك هياكل الدراجات. من مميزات هذه السباتك أيضاً فلزات أخرى، كالألومنيوم والحارصين (الزئبق)، لتقليلها خفيفة ومتينة.



المغنيسيوم يتكسب السباتك لونها الأخضر.



يوجد المغنيسيوم في الهياكل في المشروبات، وهي خفيفة وقوية في خلايا البات.

المغنيسيوم الحيوي

المغنيسيوم (Mg) ضروري جداً للنباتات في عملية التخليق الضوئي (لصنع الكربوهيدرات). فالمغنيسيوم يحوي مركبات المغنيسيوم التي تساعد النبات في أسر الطاقة الشمسية ليقوم بعملية التخليق.

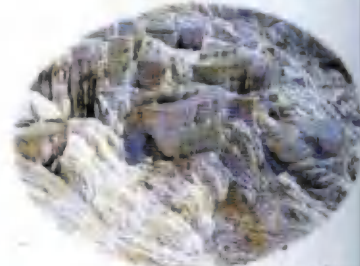
كالسيوم العظام

الكالسيوم عنصر قيرام رئيسي في العظام حيث يوجد فيها ثلثا مخزون الكالسيوم. وهذه تكسب العظام صلابتها فهي هيكلية الجسم وتحتجز أجزاءه الأخرى.



وجبة الباريوم

يُعتبر حفل العرس في المستشفيات ووجبة العرس كمرتبات الباريوم قبل التصوير بالأشعة السينية (أشعة إكس). وهذا المركب غير مُضاد لأشعة إكس - ولما يظهر الحجاب الهشيم بوضوح على الصورة؛ فيُسَرُّ للأطباء تشخيص الحالة وتحديد العلة.



شلاّت طباشيرية

في يابغ بالموكالات الحارة يتقرّب الماء الساخن مصاعداً نحو السطح ليشاب شلاّت فوق الصخور المكشوفة. فإذا كان محتوى الماء من الطباشير الذوّابة (بيكربونات الكالسيوم) ويزداد، يأخذ هذا بالترسب بعد تبخر الماء فتلوات (ج)، فلاماً من الطباشير غير الذوّابة (كربونات الكالسيوم).

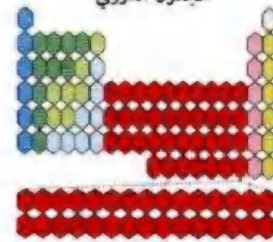
لزيد من المعلومات انظر

- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- المركبات والمزيجات ص ٥٨
- الفلوات والفواقد ص ٧٠
- التخليق الضوئي ص ٣٤
- الهياكل القاعية ص ٣٥٢
- حقائق وتعليمات ص ٤٠٢

الفِلِزَاتُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ

الحديد والنيكل والفضة والذهب فلِزَاتٌ تَمُودَجِيَّةٌ، وهي بُرَاقَةٌ صُلْدَةٌ تَبِيْنَةٌ، وَمُوصَلَاتٌ جَيِّدَةٌ لِلْحَرَارَةِ وَالْكَهْرَبَاءِ، وَذَاتُ دَرَجَاتِ انصهارٍ عَالِيَةٍ. وهي، في الجدول الدَّوْرِي للعناصر، مع معظم الفِلِزَّاتِ التَمُودَجِيَّةِ الأُخْرَى، تَوَلَّفُ كِتْلَةً مَرَكِزِيَّةً من العناصر تُدْعَى الفِلِزَّاتُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ. إنَّ كُلًّا من هَذِهِ الْعُنَاصِرِ شَبِيهُ جَدًّا بِالْعُنَاصِرِ الَّتِي تُجَاوِرُهُ فِي الْجَدْوَلِ الدَّوْرِي. وبالإضافة إلى كونها فِلِزَّاتٍ تَمُودَجِيَّةً، فللعناصر الْإِنْتِقَالِيَّةُ خِصَاصَاتٌ أُخْرَى مُشْتَرَكَةٌ. فالكثيرُ منها ذُو تَكَافُؤٍ مُتَعَيَّرٍ، والكثيرُ منها حَقَازَاتُ تَقَاعُلٍ جَيِّدَةٍ، كما إِنَّهَا تُشَكِّلُ سَبَائِكَ تَبِيْنَةٌ مع فِلِزَّاتٍ أُخْرَى، والكثيرُ من مُرَكِّبَاتِهَا مُلَوَّنٌ.

الجدول الدَّوْرِي



هناك كَثَرَةٌ من الفِلِزَّاتِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ؛ بعضها معروفٌ مُلَوَّنٌ والبعض الآخر نادرٌ جدًا، وتنتشر الفِلِزَّةُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ شَهْرَةً الْحَدِيدِ (ح) والكوبَلْتِ (كو) والنيكِلِ (ني) والفضَّةِ (فض) والْخَارَصِيْنِ (خ) وَالْبَرِيْتِ (بر) والتَانِيُومِ (ت) والْمَنْجَنْزِ (من) والبِلَانِي (بل) والْزَنْكُوبِ (ز) والْزَنْكُوبِ (ز).



سَمَمَةُ إِشْتِعَالٍ

يُشْتَعِلُ الْجِسْمُ الرَّبِيعِيُّ وَالْإِنْكِرُودُ الشُّغْلِيُّ لِسَمَمَةِ الْإِشْتِعَالِ (بِالْشَّرِّ) مِنَ الْحَدِيدِ. أَمَّا الْإِنْكِرُودُ الْأَوْسَطُ فَيَصْنَعُ غَالِيًا مِنْ مَبَانِكِ الْحَاسِ.

يُشْتَعِلُ نَوَاحِيضُ التَّغْلِيْقِ مِنَ الْفُولَادِ الَّتِي يَحْوِي نِسْبَةً مَعْنَوِيَّةً عَالِيَةً مِنَ الْكَرْبُونِ. وَهُوَ يَصْنَعُ وَيُعَالِجُ بِالْحِدَارَةِ أَزْيَادَةً لَوْنِهِ وَخُلَاقَتِهِ.

يُشْتَعِلُ بَدَنُ الْمَرْكَبِ (الَّذِي يَحْوِي الْأَسْطِوَانَاتِ حَيْثُ تُثَبَّتُ مَرِيخُ الْوُتُوذِ) مِنْ حَدِيدِ الشَّيْبَةِ وَهُوَ يَحْوِي نِسْبَةً مَعْنَوِيَّةً عَالِيَةً مِنَ الْكَرْبُونِ وَخَوَاصِّهِ أُخْرَى، كَمَا إِنَّهُ رَخِيصٌ الْثَمَنُ وَمُقاوِمٌ جَيِّدٌ لِلْمَسَامَاتِ.

يَحْوِي الْمَوْتَدُ، وَهُوَ جِهَةٌ تَوَلِّدُ الْكَهْرَبَاءَ فِي السَّيَّارَةِ عَطْفَاتٍ مِنْ أَسْلَاحِ التَّحَاسِ الرَّبِيعِيَّةِ. وَفِي أَمَّاكِنَ أُخْرَى مِنَ السَّيَّارَةِ، قَدْ يَبْلُغُ طَوْلُ أَسْلَاحِ التَّحَاسِ الَّتِي تُرْشَلُ عَطْفَاتُهَا الْكَهْرَبَائِيَّةُ حَوْلَ ١٠٠ مِتر.

الفِلِزَّاتُ الْإِنْتِقَالِيَّةُ فِي السَّيَّارَاتِ

السَّيَّارَةُ تَقُلُّ جَيِّدٌ عَلَى تَمِيزِ مُصْنَعٍ مِنَ فِلِزَّاتِ الشَّغْلِ عَدِيدَةٍ. فَهِيَ كَلْمَا يَتَأَلَّفُ مِنَ الْفُولَادِ الْمُطَاوَعِ، وَهُوَ حَدِيدٌ بِهَ لَبِيلٍ مِنَ الْكَرْبُونِ. وَيَحْوِي الْفُولَادُ أَيْضًا مَقَادِيرَ فِيزِيَّةٍ مِنَ الْمَنْجَنْزِ لِلتَّحْسِينِ نَوْعِيَّةً وَمُقاوَمَةً. وَقَدْ يُعْلَقُ الْهَيْكَلُ الْفُولَادِي (أَيُّ يَحْلَى بِالزُّنْكَ) لِوَقَائِهِ مِنَ الْعَصَا.

يُشْتَعِلُ بِهَافَاتِ السَّيَّارَاتِ غَالِيًا بِاسْتِخْدَامِ مُرَكِّبَاتِ الْفِلِزَّاتِ الْإِنْتِقَالِيَّةِ قَدْ يَحْوِي الشَّهَارُ الْأَبْيَضُ تَمِيزَ الْكَبِيدِ الْفِلِزِّيَّةِ وَالْهَلْهَلَانِ الْحَمْرَ وَالْأَسْفَلَ قَدْ يَحْوِيانِ كَبَرِيَّتَاتِ التَّكْمِيمِ.

يُشَلُّ عَاكِسُ الْمِشْجَابِ الْأَسَاسِي غَالِيًا بِالْكَرْبُونِ. فَبِهِ تَبِيْنَةُ الشَّغْلِ الْهَلْهَلِيَّةِ الصَّغِيرَةِ وَالشَّغْلِ نَوَاقِطِ الْهَاسِ مِنَ الْهَيْكَلِ وَالْهَاسِ.

لَحْوِي يُصْنَعُ بِصَبَاحِ الْإِضَاعَةِ قَبْلَةً مِنَ التَّجَسُّسِ الَّتِي يَحْتَلِفُ بِمَتَانَتِهِ عَلَى دَرَجَاتِ حَرَارَةِ الْإِنْبَسَاطِ (حَوْلَ دَرَجَةِ ١٦٠٠° س)، وَيَدُوْمُ طَوِيلًا.



يُسْتَعْمَدُ الْفُولَادُ الَّتِي لَا تُشْتَعِلُ وَهُوَ حَدِيدٌ مُرَكَّبٌ بِالْكَرْبُونِ وَالْهَيْكَلِ، لِلْمُخَارَفِ فِي أَمَّاكِنَ كَثِيرَةٍ: كَمَا يُسْتَعْمَدُ فِي مُصْنَعِ أَنْبَابِي الْإِهْلَاطِ الْحَيَاةِ.

الْخَارَصِيْنِ (الزُّنْكَ)

يُسْتَعْمَدُ الْخَارَصِيْنُ كَثِيرًا فِي الْمَقَارِبَاتِ. فَهُوَ يُشَكِّلُ الْخِلَافَ الْخَارِجِيَّ فِي الْمَقَارِبَاتِ الْحَاقَةِ كَعَارِبَاتِ مَصَابِيحِ الْحَبِّ، أَمَّا عَطَارِيَّةُ الزُّنْكَ الْفَرَصِيَّةُ الْبَصِيرَةُ، فَالْخَارَصِيْنِ فِي دَوَاعِلِهَا.



يُكَرِّمُ مِنَ الْفَرْعِ الَّتِي تُجَدُّ دَاخِلُ بَعْضِ السَّعَافَاتِ.

الفِلِزَّاتُ الْمَنْعُطِيَّةُ

الْحَدِيدُ وَالْكَوبَلْتُ وَالْهَيْكَلُ يَتَكَوَّنُ مُنْجَنَّتُهُا بِؤُودًا. الْمَغْنِطِيَّةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ تَأْتِي تَلَبُّ مِنَ الْحَدِيدِ الْمُطَاوَعِ يَتَجَلَّ بِؤُودًا عِنْدَ إِعْرَادِ الْكَهْرَبَاءِ فِي الْبِلَاقَاتِ الَّتِي تُحْبَطُ بِهِ. وَتُسْتَعْمَلُ الْمَغْنِطِيَّةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ لِنَقْلِ قُصَالَاتِ الْحَدِيدِ الْهَالِكَةِ وَالْكَرْمَةِ، فَتُحْفَظُ هَذِهِ الْقُصَالَاتُ عِنْدَ وَطْنِ الْأُذْرَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ وَتُسَلِّطُ عِنْدَ قَتْلِهَا.

الحديد ضروري للحياة

بَعْضُ الْمُرَكِّبَاتِ الْحَاقِيَةِ الْحَدِيدِ ضَرُورِيَّةٌ لِلْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ. فَبِهِ الْيَاقَاتِ، تُشَبِّهُ مُرَكِّبَاتُ الْحَدِيدِ فِي تَكْوِينِ الْبَحْثُورِ (الْكُلُورُفِيلِ) الْأَسَاسِي فِي عَمَلِيَّةِ التَّخْلِيْقِ الضُّوْئِي. وَفِي الْبَلْبُونَاتِ يَتَوَاجَدُ الْحَدِيدُ فِي بِيَسْمُوعَالِي (بَحْثُورِ) كَرِبَاتِ الدَّمِ الْحَمْرَاءِ؛ وَهُوَ يَحْوِي الْأَكْسِجِينَ إِلَى مُخْتَلِفِ أَنْجَاءِ الْجِسْمِ.



تَلْفُوذُ الْحَضَرِ خِلَافَ الدَّمِ الْحَمْرَاءِ



الفضة

الفضة فلز ثمين، تستخدم في صناعة الكُفَرِ منذ آلاف السنين. وتستخدم اليوم على نطاق واسع في صناعة التصوير الفوتوغرافي. لأن مركباته مع الكلور والبروم واليود خضاماً جداً للضوء، وهي تولّد الفُتُورَات الفعالة على سطح الأفلام الفوتوغرافية. تتأثر مركبات الفضة كيميائياً بالضوء وتتغير، ويُستأن هذا التأثير في عملية التطهير حيث تتحول مركبات الفضة المتأثرة بالضوء إلى فضة نقيّة تولّد خبيثاتها الصغيرة مناطق السلبية الفوتوغرافية القاتنة.

البلاتين

البلاتين فلز نقيس تستخدم في صناعة الحلي كما الذهب والفضة. وتعود غاشته إلى كونه نادراً وجذاباً، كما أنه لا يفسد ولا يتآكل، لذا يستخدم أيضاً في صناعة الالكترونيات والمُثَارَات الإلكترونية - التي لن تعمل كما ينبغي إذا صُنعت أسلاكها أو اتكلفت. أما الاستعمال الرئيسي للبلاتين في الصناعة فهو كعامل كيميائي يُسرّع التفاعلات الكيميائية كما في تكسير المُشَجَّات النفطية.



يتألف هذا
التركيب
من البلاتين.
وهو فعال بيوم طويل
ولا يتفسد.

الفلزّات الطبيعية التواجد

معظم العناصر لا يتواجد طبيعياً (في حالة النقاة) في قشرة الأرض، ما عدا بعض الفلزّات الانتقالية، كالتحاس والفضة والذهب والبلاتين. وقد ظلّ الذهب على مدى القرون أكثر الفلزّات غاشّة، فهو أحد العناصر الأقلّ تفاعلية كيميائياً في الجدول الدوري. وفي الصورة السفلية سائك ذهبية نقاوتها ١٠٠٪ نقرية، وهي لا تُفقد بريقها أبداً.



تُرَقَّم السائك
الذهبية لاسباب
الاستعارة.

شجرة فلزّية
باشقة تُقسّم لفصل
الزرك للتيتانيوم
فدنيا في مكانه.

خمسون الزرك التيتانيوم هذا لن
يتفاعل كيميائياً مع ما يحيط به من
الأكسجة حين يُشكّل في مكانه.



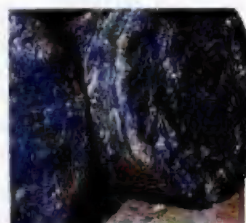
التيتانيوم

التيتانيوم فلزّ ثمين قويّ عديم التفاعلية. لذا فهو يُستخدم لإنشاء سقاي الهيكل واللاتين في الجسم ولزّاب أو استبدال العظام المتفككة.

لحم من المعلومات الخطر

- ٢٦ النشاط الإشعاعي من
- ٥٦ الحفارات من
- ٨٤ المعادن والفلزات من
- ٨٨ السائك من
- ١٠٢ الأشعاع والخشب من
- ١٣٦ الطاقة النووية من
- ١٥٦ الكهرمغناطيسية من
- ٢٠٦ التصوير الفوتوغرافي من
- ٢١٢ حفلات وتكنولوجيا من

اليورانيوم



اليورانيوم المنقى

اليورانيوم أشهر
الأكسيدات، فهو الزرقة
المتسخدم في المعالجات
النوية. يُستخرج
اليورانيوم من اليُثْرِيْلَة
وتجرى تعديل هذا الخام
بمركباته وجزء من شلبيته.



سائك النيكل

تُشكّل القوة المعدنيّة
الفعليّة للزّ من سائك
الحاس والنيكل. وتستخدم

البكل مع فلزّين إيتاليين آخرتين هما الحديد والكروم،
في صناعة الفولاذ الذي لا يصدأ. والبكل فلزّ ضئيل لا
يُضاد ولا يفسد بريقه، وهو يكتسب خصائصه هذه لسبب
ويؤلف السكك مع الحديد سبكاً لافحة مُشَبَّرة (هي الأنفاز)
تستخدم في آلات القياس الدقيقة، كما لا تتصدأ أو
تتلف بتغير درجات الحرارة.



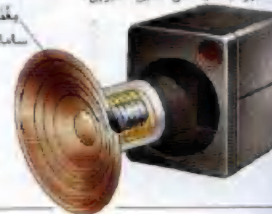
نظارات غاليليو

الشارب الفضائي
الأمريكي. غاليليو، المثبتة نحو المشتري، حُرّدت
بنظارات نوريّة (تدعى مُؤَلَّدات كهروحرارية بالنظار
الشيفرة) يُعدّها اليونانيون بالطاقة اللازمة.

السامريوم في المغناطيسات

المغناطيسات في المجاهر تُساعد في بث الصوت.
فالسامريوم، من اللانثانيدات، والتكويك يحتاج
بمغناطيسات قوية جداً تُشكّل من صنع تجاهير أصغر كثيراً
شهوة سخايت من هذين الفلزّين.

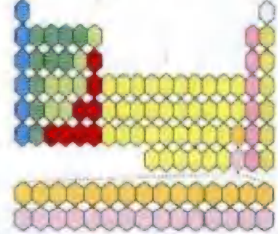
بمغناطيس
سامريوم



الفِلِزَّاتُ الوَضِيعَةُ

بعض الفِلِزَّات رَخْوَةٌ ضعيفةٌ مُقاومةٌ شَدَّةٍ سهلةٌ الانصهار؛ ورُغمَ تسميتها بالوضعية فإنها عظيمةُ الفائدة. يُستخدَمُ الناسُ القصديرَ والرصاصَ منذ أقدم العصور لسهولة استحلابهما من خاماتهما. وهما مُقيدانٌ بِخاصَّةٍ في صنِّعِ السبائك؛ فالبرونز، وهو مزيجُ النحاس والقصدير، كان أوَّلُ السبائك التي صاغها الإنسان حوالي العام ٣٥٠٠ ق.م. وقد عُرفتْ سبائكُ اللحام واليوتِر (سبيكة الألومنيوم المتزيلة) القصديرية الرصاصية لاحقاً. واستخدَمَ الرُّومانُ القُدَامَى الرصاصَ، وهو أحدُ أكثرِ الفِلِزَّاتِ الشائعة، في شبكات المياه، كما ما زِلْنَا نستخدمُه اليوم. لكنَّ استخدامَ الرصاص ينطوي على خطر التسمُّم إذ إنَّ سُمِّيَّةَ تراكُمِهِ في الجسم. ومن الفِلِزَّاتِ الوضعية أيضاً الألومنيوم - أحدُ الفِلِزَّاتِ الأخف (الأقلَّ كثافةً)، وهو سهلُ التشكيل ومُقاومٌ للتآكسد.

الجدول الدوري



الألومنيوم (ألم)، الجاليوم (جال)، الإنديوم (إند)، الثاليوم (ثل)، القصدير (ق)،
الرصاص (ص)، الزئبق (ز)،
والبولونيوم (بول)



يُصنَّعُ هيكلُ الطائرة واستُخدِمَ من سبائك
شريحةٍ معاً من سبائك الألومنيوم،
والألومنيوم يتفاعل بشدَّةٍ مع أكسجين الهواء
تكوِّناً طبقةٍ واقيةٍ تغلفُ استمراري التآكسد.
لذا فهو لا يحتاجُ طبقةَ دهانٍ تحميهِ
من التآكل كالحديد.

خناق الطائرة لجوف غداً
بضعةً أصلاً، تتلخَّصُ
أسطحه الألومنيومية
الخارجية في موانعها،
وهذا يُقلِّلُ وزنَ
الطائرة إلى الحدِّ الأدنى.



ثَقِيلٌ كالرصاص

كثافةُ الرصاص عاليةٌ، لذا فهو حائلٌ جيِّدٌ للإشعاع.
ويُستخدَمُ من هذه الخاصَّة في المراکز النووية وأقسام
الأشعة السينية في المستشفيات، حيث يُلصَقُ العاملون
مأزِرَ مُرَصَّةٍ، تُخسِرُ هذه المأزِرَ
بشَّراً مزيجاً من مسحوق الرصاص
مع مادةٍ لَدَنِيَّةٍ للحصول على صفائح
مرونة قابلةٍ للانحناء. ومنها تُفصَّلُ
الأردية والمأزِرَ بالشكل الثناب.

قد يستنبتُ حُرُوفُ الرصاص (من)
مقادير القصدير بملوثاتٍ ترابيَّةٍ فاعلموا
التي تتلفه تشكُّلُ به تدريجيًا.

الرَّجَاجُ الرُّصَصُ

تُزَيِّقُ البُلُورُ نَتِجَ من إضافة أكسيد
الرصاص إلى الرَّجَاجِ. والرصاصُ
أيضاً يُعزِّزُ الرَّجَاجَ البُلُوريَّ فيسَلِّطُ
قَلْبَةً وعُظْمُ الصَّامِجِ البُرْقَعِ عليه.



لُمُزِيدُ مِنَ المَعْلُومَاتِ الظَّهَرُ

- السَّيَّةُ الدَّوِّيَّةُ ص ٢٤
- الجدول الدوري للعناصر ص ٢٢
- سلسلة العناصر ص ٦٦
- الكهرلة (التحليل الكهربائي) ص ٦٧
- الألومنيوم ص ٨٧
- السبائك ص ٨٨
- حقائق ومعلومات ص ٤١٢

للقصدير شكلان أبيض
ورمادي، ويتحوَّلُ الشكل الأبيض إلى الشكل الرمادي
المسحوق عند درجات الحرارة المنخفضة. وقد
عُرفت الحضارات القديمة القصدير، وجرى سبكُه
مع قُلْعِيٍّ لإنتاج البرونز ولتُستخدَمَ البرونز في
صناعة الخيل وفي صناعة الأدوات لاحقاً.



الاستخدامات الكهربائية

الألومنيوم مُوصِّلٌ جيِّدٌ للكهرباء، وهو يُستخدَمُ في
شبكات تَلْطِيقِ التُّحْلِ الكهربائيَّة العاليَة التولر
المحمولة على أبراج ضخمة في كُلِّ البلاد
وغرضها. وهذه الخطوط (الكوابل) ذات قلب
نولاذي يُكسبها سَمَةٌ وقوة.

عَلَبٌ مُقَصِّدَرَةٌ

يُستخدَمُ القصدير الثَّقِي على نطاق واسع في طلاء
اقنولاد لِصُنْعِ صَفائح الصَّاحِ إِنَّا يَغْرِهُ في القصدير
المُتَصِّهَر أو بالكهرلة (التحليل الكهربائي). عُلَبُ السَّكِّ
المُعَادِيَّةُ تُصنَّعُ من صفائح الصَّاحِ، أمَّا عَالِيَّةُ عُلَبِ
المشروبات فَتُصنَّعُ من الألومنيوم.



سَبَائِكُ القَصْدِيرِ

والرصاص

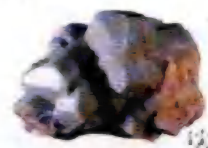
يُستخدَمُ اليوتِر، سبيكة
القصدير والرصاص، في صنِّعِ الأباريق المعدنية والزخارف.
أمَّا سبائكُ اللحام فمزيجٌ مُختلفٌ من القصدير والرصاص
يُستخدَمُ في لحام الفِلِزَّاتِ لِوُضُلِ الأنايب والدُّرَّاتِ الكهربائيَّة.

أشباه الفلزات



معظم العناصر الكيماوية ذو خصائص مُعيَّنة تميِّزه وتُحدِّد وضعه مع الفلزات أو مع اللافلزات. لكن بضعة منها ذات خصائص تضعها بينَ بَيْن، وهي المعروفة بأشباه الفلزات أو شبه الموصلات. فالزئبق، مثلاً، فليرى المظهر لكنه موصل رديء للحرارة ولل كهرباء، وهو، كما اللافلزات، يكوّن مركبات مع كثير من الفلزات، وتستخدم الكثير من أشباه الفلزات في السبائك، فالسليكون، مثلاً، هو أحد أهم المقومات المضافة إلى الحديد لصنع الفولاذ، والإينيد (الأتيمون) يشكل جزءاً من سبيكة محاميل الكريّات.

أما الاستخدام الأهم لأشباه الفلزات فهو في أشباه الموصلات المستعملة حالياً في صنع الرقاقات الصغرى ومقومات إلكترونية أخرى.



السليكات

السليكون هو أكثر العناصر الجائدة وفرة في مادة الأرض، وأكثر تواجداً على شكل مُركّبات مُتعددة، تُدعى السليكات، في الصلصال والصخور. والبُورَة أعلاه هي من سليكات الألومنيوم والبوتاسيوم. المعروفة بالقليساير، أحد أوسع ناعقد الأرض انتشاراً.

البورون والسليكون

يُنتج الزجاج من الرمل. أحد أشكال معدن السليكا (ثاني أكسيد السليكون). والمزور (الكوارتز) هو معدن آخر من السليكا كثيراً ما يوجد كبلورات خفيفة. الزجاج الصامد للحرارة يحوي نسبة طيز طيز آخر هو البورون الذي يحد من تمدد الزجاج كثيراً وتشتت عند الإضاءة، فيمكن وضع الكُتف من زجاج التروبوليتات على الموقد مُشرفة، لذا تُصنع الأواني الزجاجية البخيرية من هذا النوع من الزجاج.

أشباه الموصلات

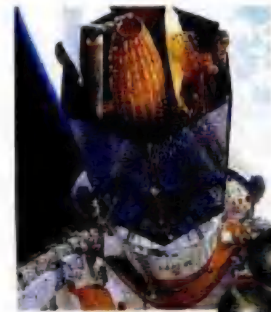
المادة التي يمكن أن تصبح موصلة أو عازلة، تبعاً لما يُعالج به (أي يُضاهى إليها) من مواد أخرى. تُدعى أشباه موصلات. والسليكون هو أكثر أشباه الموصلات استعمالاً - مُعالجاً بالبورون أو السفيور. وتستخدم أشباه الموصلات في صنع تباطؤ، كالدايودات (الصمامات الثابتة) والترانزستورات، يمكنها إمرار التيار الكهربائي أو توقيته أو تجزئته.



مزيد من المعلومات
البورون ص ٣٠
الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
الزجاج ص ١١٠
تصميم المواد ص ١١١
الكهرباء الثابتة ص ١٤٨
تقنيات إلكترونية ص ١٦٨
الصخور والمعادن ص ٢٢١
حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



الجدول الدوري
البورون (ب)، السليكون (س)، الجرمانيوم (ج)، الزئبق (ز)، الأتيمون (ش)، السليوم (سل) والتوربيوم (تل)



الخلايا الشمسية

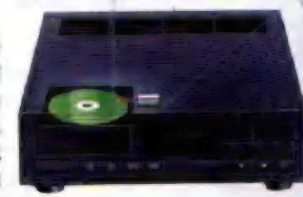
تُصنع الشرائع عادةً للتيار في الفضاء شتوات عديدة. والبطاريات العادية لا تدوم طويلاً، فهي بالتالي لا تصلح لهذه الشرائع. لذا تُستخدم موطرات كبيرة من البطاريات الشمسية. وهذه الموطرات الشمسية تحوي ألواحاً من خلايا السليكون الدقيقة، التي تخول طاقة ضوء الشمس مُباشرة إلى كهرباء. وتوضع الموطرات بحيث تظلّ دائماً في مواجهة الشمس، ومع دوران الشاتل حول الأرض، يمكن تحويل الكمية القصوى من ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية.

أسطوانة (قرصية) مُشعّنة



الأسطوانات المُشعّنة

تُستعمل الموسيقى ككثير على الأسطوانة المُشعّنة، وتُسمّى «قراطينها» بواسطة خريّة لبريّة غريبة القدرة. والبُور (تدعيم الضوء) بامتعات الإشعاع المُشعّط، هنا هو ليور دايودي (شبه موصلي) يُنتج زئبقيد الجاليوم. والدايود هو بُنية مُعالجة لإمرار التيار في اتجاه واحد فقط. هنا وتستخدم البُوريات الدايوديّة أيضاً لتيّ الإشارات في خطوط الهاتف الألياف البصرية.



الكربون



لا بقاء لكائن حي نباتاً كان أم حيواناً بدون الكربون. فالكربون في أجسادنا، وفي طعامنا وفي الهواء من حولنا. كيميائياً، تستطيع ذرة الكربون الترابط مع ما قد يبلغ أربع ذرات من عناصر أخرى، أو مع ذرات أخرى من الكربون، بحيث يتواجد في الطبيعة من مركبات الكربون أكثر مما يوجد من مركبات كافة العناصر مجتمعة. والكربون عنصر لا فلزي، يوجد نقياً في الطبيعة على شكل الماس وعرافيت، أو مركباً كما في الصخور الكربونية كالطباشير، والوقود الأحفورية كالقحم، وثاني أكسيد الكربون في الهواء. عند احتراق الوقود، يتحد محتواها من الكربون مع أكسجين الهواء مكوناً ثاني أكسيد الكربون. لكن قرط كمية ثاني أكسيد الكربون في الجو يحتاج حرارة الأرض فيسخنها، كمثل زجاج المستنبتات الزجاجية - فيما يعرف بظاهرة الدفيئات.



تتألف المجموعة ١٤ من الكربون (ك) والثلبيكون (س) والجرمانيوم (جر) والقصدير (ق) والألمنيوم (صا)

المفردات الفؤارة

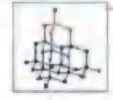
إن حبيث المفردات الفؤارة هو ضافئ ثاني أكسيد الكربون؛ فهذا الغاز ثنابٌ ميا تحت الضغط، ويزوال الضغط يتغلغل منها حبيثاً وهافئ.

أشكال الكربون المختلفة

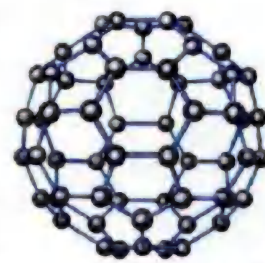
للزحلة الأولى، يبدو الألماس مختلفاً جداً عن العرافيت، فالألماس صلبٌ وصافٍ، والعرافيت لينٌ ورماذي؛ لكنهما شُكلان قاصبان للمعصر نفسه. ويؤلف الكربون أيضاً قسماً كبيراً من القحم؛ فالقحم عندما يحترق يتغلغل عن الهواء، يتحول إلى وقود لا حاشي هو الكوك. أما القحم النباتي، فسم المنافل، فهو كربون يحترق بخرق الخشب جزيئاً، ومثله قحم العظام.



الانتراسيت، أفضل أنواع الفحم، إذ تزيد نظافته على ٩٠٪.



في الألماس، ترتبط كل ذرة كربون مع أربع ذرات أخرى من الكربون.



كربونات بكمشتر الكربونية

عام ١٩٩٠، اكتشف العلماء شكلاً ثامناً ثالثاً للكربون، عدا الألماس والعرافيت. ونشبه البنية الجزيئية لهذا الشكل لوزة القدم أو الشفت الثقب لتلعب شرج سمنه المهندس الأمريكي بكمشتر فولر، فذوي شكل الكربون هذا باسمه - بكمشتر فولرين - كما يدعى الجزيء الواحد منه أحياناً «باتكبول» - أي كرة بكي.

الألياف الكربونية

تُحشى ألياف الأسجة العضوية لتعطي خيوط حريرية العومة من الكربون الثين. وتنتج هذه الألياف مواد أخرى كاللدائن لتخليق مواد مؤلفات غنية ومعتبة جداً. ويستخدم من مؤلفات الألياف الكربونية هذه في صناعة الأدوات والأشياء التي تتطلب صلابة ومتانة - من مضارب التيس حتى الطائرات الصغيرة.



الألياف الكربونية رفيع بكمثر من شعر الإنسان، لكنها أقوى من الفولاذ ثمانين مرة.

إطارات مضارب التيس مصنوعة من الألياف الكربونية لخط، وأيضاً بكمثر من الإطارات الخشبية.



عندما نرسم خطاً بقلم الرصاص يبقى أثر العرافيت طافراً لأن شفتيات الذرات الكربونية فيه سهلة التفلو.



في العرافيت، ترتبط كل ذرة كربون مع ثلاث ذرات أخرى فقط من الكربون في شفتيات شتى، مما يجعلها ضعيفة التلحظ فيما بينها.

يتكون الفوليرين من الخوص.

يتشبع الفوليرين النباتي القلبي للأوساخ والفضائل.



يشير الفوليرين إلى مشقوق الفوليرين.

القحم النباتي المنشط

القحم النباتي المنشط ذو قدرة امتزاجية عالية، أي إنه يجذب المواد إلى سطحه، فيمكن بذلك إزالة الغازات السامة والروائح الكريهة من الهواء. لذا تستخدم هذا القحم في كبسات الغاز ومقومات التهوية في العزبات الفضائية وغشائ مرافق الطبخ؛ كما تستخدم أيضاً في تنقية الشوائب، كالماء في أحواض السمك. يُتر ماء الحوض المنشط فوق القحم النباتي المنشط لإزالة أوساخه، ثم يُعاد نقل إلى الحوض.

الكربون الكهربي

الكربون عنصر لا فلزي غير عادي بين اللافلزات لأنه مؤهل جيد للكهرباء. ففي صناعة الفولاذ تستخدم قطبان مسحمان من العرافيت في فرن القوس الكهربائي. ويستخدم قشر القوس الكهربائي وهيئة «مطافرة» بين الإلكترودين مُنتجة حرارة شديدة تظهر الحمام والكردة الفلزية في الفرن.

لمزيد من المعلومات انظر
الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
الكيمياء العضوية ص ٤١
الحديد والفولاذ ص ٨٤
مشتتات القحم ص ٩٦
تصميم المواد ص ١١١
دورات في البلاط الكيميائي ص ٣٧٢
حقائق وتعليمات ص ٤٠٢

الكيمياء العضوية

الأقشعة ذات الألوان الزاهية التي لا تنتهك أشجنت مسكنة بفصل أشعاع الانبعاث



العطريات (الأروماتيات)

والدهنيات (الأليفاتيات)

الزيت سائل عضوي لهوئ عديم اللون حاد الرائحة. والعرقيات العضوية ذات السبي الزيمية الحليلة تعرف بالأروماتيات. وقد كان الأليبين أحد هذه العرقيات (ويُعرف أيضًا بالزيتون الأمي) سعة البداية لسياسة كاملة من الأشعاع الزاهية المعروفة بالأشعاع الأليبية. أما العرقيات العضوية التي تولفها سلاسل من ذرات الكربون، فموتها سلاسل، فتعرف بالأليفاتيات.



لحشر لثاني بملغالية المتكورات الاخضر في القسط

رأيت السيرات أحد متكورات القسط. ويشعشع مع بالتقطير.

لزيد من المعلومات انظر

- كيمياء الهواء ص ٧٤
- كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
- متنجات القسط ص ٩٨
- المتكورات ص ١٠٠
- الأشعاع والخضيب ص ١٠٢
- تصميم المواد ص ١١١
- ذورات في الغلاف الختوي ص ٢٧٢
- حطاق وتعلومات ص ٤٠٦

الكربون بالغ الأهمية، حتى لقد بلغ من أهميته أن أفرد لدراسته علم قائم بذاته هو الكيمياء العضوية. ووصفت هذه الكيمياء بالعضوية لأنها كانت سابقًا تقتصر على دراسة الكائنات الحية (وهي كما نعلم تتألف من مركبات الكربون). أما اليوم، فالكيمياء العضوية تعني دراسة جميع مركبات الكربون - عدا «اللاعضويات»، كالكربونات وثاني أكسيد الكربون.

وبتميز الكربون عن سائر العناصر بقدرته ذراته الفريدة على الترابط فيما بينها بروابط مستقرة جدًا. لذا يمكنها تأليف سلاسل طويلة تضم مئات الألوف من ذرات الكربون. تنقسم المركبات العضوية إلى طوائف أهمها البروتينات والدهون والسكريات (الكربوهيدرات).



الكيمياء الحيوية
التركيبات الكربونية تنظري على أسرار الحياة - حياة النبات والحيوان - على الأرض. فالحياة ممكنة فقط بفضل كيمياء الكربون القادرة التعقيد والتشعاع الجارية باستمرار في جميع خلاياها الحية.

دورة الكربون في الكون

يتوزع الكربون بين الهواء والحيوانات والنباتات والتربة باستمرار. فيما يُعرف بدورة الكربون في الكون.

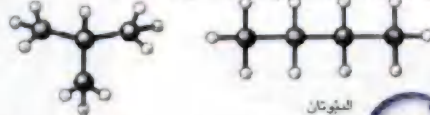
الكيمياء العضوية

عام ١٨٠٨، استخدم جونز بيرزيليوس (١٧٧٩-١٨٤٨)، الكيميائي السويدي، مصطلح الكيمياء العضوية، عاليا بها كيمياء الكائنات الحية.
عام ١٨٢٨، فتح فريدريخ وفلمر (١٨٠٠-١٨٨٢)، الكيميائي الألماني، بتصميم البوليمر (البوليمر) وهي مركب عضوي طبيعي يتخذ من مواد غير عضوية، ومشتق صارت الكيمياء العضوية كيمياء معظم مركبات الكربون وليس مركبات العنصرية فقط.
عام ١٨٦٥، ابتكر فيلهلم كاتكوف (١٨٢٩-١٨٩٦)، تون-ستراومونر (١٨٢٩-١٨٩٦)، الكيميائي الألماني، فكرة السبي السطحية للبروتين من رؤيته في المنام التي تعمل فيها.

الصيغة الكيميائية للإنسان (الإنسان) هي: $C_{60}H_{120}O_{60}$ ، وهي تمثل العدد الإجمالي للذرات الكربون والهيدروجين، أما صيغة التركيبية فهي: $C_6H_{12}O_6$ ، وهذه تميز أن كل ذرة من الهيدروجين ترتبط مع كل ذرة من الكربون، وأن ذرات الكربون مترابطة بروابط قوية. وهذا يفسر لماذا الكربون قادر على تكوين سلاسل طويلة.

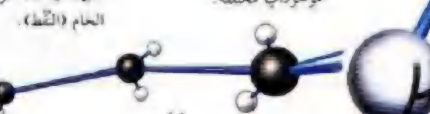
الاستمرارية (المتماثلة التركيب)

لحوي بعض مركبات الكربون الذرات نفسها، فهي متماثلة التركيب، لكن خواصها مختلفة لأن ترتيب تلك الذرات فيها مختلف. وتدعى هذه المركبات المتماثلات. فالبيوتان وبيروبان الجيتل-٢ هما متماثلان (استمراريان). ويحوي غاز القوارير دائما بعض بيروبان الجيتل-٢ إضافة إلى البيوتان، وكلاهما يتألف من أربع ذرات كربون وعشم ذرات هيدروجين.



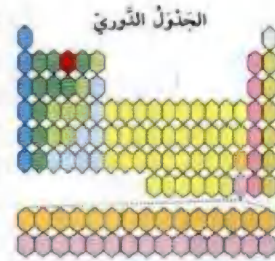
بيوتان الجيتل-٢

الرئذ والدائن
رئذ زلق السيرات وأي تدعى معروفة لا بيوتان متماثلين؛ لكن أشياء مشتركة تجمع بينهما: فكلهما مادة عضوية، كما إن مصدر كلهما واحد، هو الرئذ العام (القسط).



النَّتْرُوجِين

النَّتْرُوجِين غُصْرٌ خَبَوِيٌّ أَساسِيٌّ كَأحد المَكُوناتِ الرَّئيسِيَّة لِجِلَّة (بروتوبلازم) الخلايا الحيَّة في النبات والحيوان؛ وهو يَشكُلُ حَوالى ٨٠ بالمئة من الهواء الجَوِّي. والنَّتْرُوجِين غازٌ عديم اللون والطَّعم والرائحة. ويَمَرُّ النَّتْرُوجِين دومًا بِمراحلٍ دَورِيَّةٍ تُحفظُ في الطَّبيعة حَولًا - فيما يَعرف بِدَورة النَّتْرُوجِين. فالنباتات تأخذُه من التُّربة، والحيوانات تُحصلُ عليه من أَكلِ النباتات أو الحيوانات الأُخرى. وعندما تَموت النباتات والحيوانات وتُحلَّل، يَعود النَّتْرُوجِين ثانيةً إلى التُّربة. وفي الطَّبيعة يتواجد النَّتْرُوجِين مَرَكَّبًا في خَمامات معدنية كَثِيرات الصوديوم. يتأَلَّفُ جُزْئِيَّة النَّتْرُوجِين في الهواء، كما الأكسجين، من ذَرَّتَيْن، وَرَافِئُهُ ٢. ويكوِّن النَّتْرُوجِين مع الأكسجين عِدَّة أكاسيد، من ضمنها بعض مَكُونات الغازات المُثَقَلَة من عوادم السَّيارات والمُلَوِّثَة لِلبيئة.



تتألف المجموعة ١٥ من: النَّتْرُوجِين (ن)
والمُشغُور (فو) والوَرنِيغ (ز) والانتيمون
(ت) والبيزموث (بر)

المُتَفَجِّراتُ النَّتْرُوجِينِيَّة

المُتَفَجِّراتُ موادٌ غير مُستقرَّة تُحلَّلُ أو تَحتَرِقُ بِسرعة مُطلَقَة حَتَّى ضَخْمًا من الغازات وحرارة شديدة. تُصنعُها مُشجَّة مُوجة ضَئِيَّة ضاغطة مُدَّمَّرَة. مُعظم المُتَفَجِّرات الكيماويَّة كالنيتروجليسرين وثالث نيتريت النيتروجين (ت ن ت) تُحتوي النَّتْرُوجِين. والنيتروجليسرين سائل زَيتَن فاتح اللون استقراريَّة يُفَرِّجُ مع نوع من المُصلِّصات للحصول على الديناميت - الأكثر استقرارًا وأمانًا. وتُستَخدم المُتَفَجِّراتُ في صَناعة القنابل.



الأسمدة النَّتْرُوجِينِيَّة

يُضيفُ المزارعون الأسمدة النَّتْرُوجِينِيَّة إلى التُّربة لِتَوفيرِ النَّتْرُوجِين الذي استَخدمته النباتات. السُّماد الطبيعي (الزُّبْ) غني بالنَّتْرُوجِين؛ لكنَّ بَعْضَ العديد من الناس اليوم استَخدموا الأسمدة الاصطناعيَّة، كالفوسفات وكبريتات الأمونيوم.

النَّتْرُوجِين اللَّامُتَال

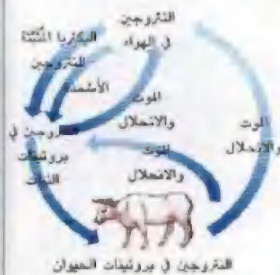
النَّتْرُوجِين غير مُتَال، إِذا تُستَخدمُ لِعزل الأكسجين الشديد الفاعلية، في حاويات مُشَلَّى - فالإيثانول (الكحول العادي) قد يشتعل في مُحاكاة الأكسجين. إِذا تُستَخدم النَّتْرُوجِين لِاستِبعادِه من صهاريج التخزين. كما تَملَأُ عُلُبُ المُفَلَّزات القوية (القُرَشَة) بالنَّتْرُوجِين، لِاستِبعاد الأكسجين الذي قد يَفاعلُ مع الدَعايِل فيها فَتُفَوِّجَ ولتُسد.

النَّتْرُوجِين المُتَخلِّير

يُستَخدمُ غازُ أكسيد النيتروز الرُّفِّي المُرَّة كسُخَّرَة ويُدعى «الغاز المُشجَّك» لِأنَّه يُشجِّك بعض المرضى قبل قيامهم بِالجَراحة. وفي الفَرن التَّابع عَشْرَ كَانت تُجرى عَروضُ لاختبار تأثيرات الغاز المُشجَّك في بيوتات خاضعة بَعدَها لِلتَّسَلُّط فقط. ثُمَّ أَثَرَتِ العِلْماءُ لاحِقًا إِمكانيةِ الاستِفادة من هذا الغاز كسُخَّر.



يَستَخدِمُ استخدام المُتَفَجِّراتُ بِأساليب فائقة السَّخْم لِهدم مباني دون إلحاق الضرر بالمباني المُجاورة.



دَورَةُ النَّتْرُوجِين فِي الكَوْن

تَزالُ لَنا كَأحد المَكُوناتِ الرَّئيسِيَّة لِجِلَّة (بروتوبلازم) الخلايا الحيَّة في النبات والحيوان؛ وهو يَشكُلُ حَوالى ٨٠ بالمئة من الهواء الجَوِّي. والنَّتْرُوجِين غازٌ عديم اللون والطَّعم والرائحة. ويَمَرُّ النَّتْرُوجِين دومًا بِمراحلٍ دَورِيَّةٍ تُحفظُ في الطَّبيعة حَولًا - فيما يَعرف بِدَورة النَّتْرُوجِين. فالنباتات تأخذُه من التُّربة، والحيوانات تُحصلُ عليه من أَكلِ النباتات أو الحيوانات الأُخرى. وعندما تَموت النباتات والحيوانات وتُحلَّل، يَعود النَّتْرُوجِين ثانيةً إلى التُّربة. وفي الطَّبيعة يتواجد النَّتْرُوجِين مَرَكَّبًا في خَمامات معدنية كَثِيرات الصوديوم. يتأَلَّفُ جُزْئِيَّة النَّتْرُوجِين في الهواء، كما الأكسجين، من ذَرَّتَيْن، وَرَافِئُهُ ٢. ويكوِّن النَّتْرُوجِين مع الأكسجين عِدَّة أكاسيد، من ضمنها بعض مَكُونات الغازات المُثَقَلَة من عوادم السَّيارات والمُلَوِّثَة لِلبيئة.



النَّتْرُوجِين السَّائل

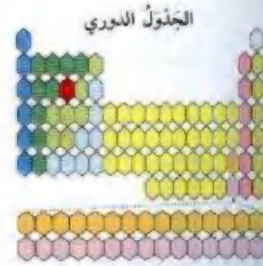
يُحَمَّدُ الطعام سَريعًا بِاستِخدام النَّتْرُوجِين السَّائل. فَبِعضِ الأَطعمَة كالطماطم والبَندِرة، سَلا، تَوضع على سَير التَّافَة في مُشَبِّهٍ لُفِّي. وأثناء تحريكها تُبَرِّدُ أولًا بِغاز النَّتْرُوجِين، ثُمَّ تُرَدُّ بِالنَّتْرُوجِين السَّائل فَتُجَمَّد.

مَزيد من العَلاَومات المُفَظَّر

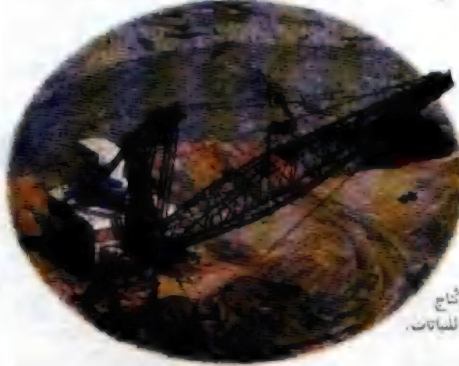
الرَّابِط الكيماويّ ص ٢٨
المُخلَّولُ النَّتْرُوجِيّ لِلعَناصر ص ٢٢
كَيَماة الهواء ص ٧٤
الأمونيا ص ٩٠
الكيماوية الزراعيَّة ص ٩١
المطر ص ٢٦٤
دُورات في الغلاف الجَوِّي ص ٣٧٢
حَفاة ومَعلُومات ص ٤٠٢

الفُسفُور

بعض المشروبات المرطبة كالكولا ذات طعم حاد، وذلك عائد لاحتوائها قليلاً من حامض الفسفوريك - الذي هو أحد مركبات الفُسفُور. والفُسفُور في شكله المألوف، جامد ضارب إلى الصفرة، شَمْعِي القوام ذو شَفَافِيَّة طَفِيفَة، والفُسفُور الأصفر هذا يتَوَقَّع في الظلام، وتعرف هذه الخاصة بالفُسفر. وهو لشدة فاعليته يحترق تلقائياً في الهواء، لذا يُحفظ تحت الماء. والفُسفُور أساسي الأهمية للكائنات الحيّة - تستخرج النباتات من التربة، وتحصلُ عليه الحيوانات من النباتات. والفُسفُور لا يوجد في الطبيعة منفرداً بل متحداً في مركبات الفُسفُفات المعدنية، كُفُسفُفات الكالسيوم، التي يُستخدَم مُعظَمها في المُخصّبات الزراعيّة.



تتألف المجموعة ١٥ من النروجين (ن)
والفسفور (فو) والزرنيخ (ز) والأشليمون
(شت) والبرميت (بر)



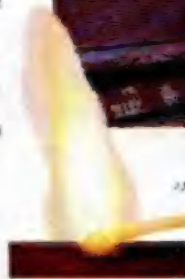
تتدين الفُسفُور

أهمّ خامات الفُسفُور هو الأباتيت (فُسفُفات الكالسيوم الطبيعي) الذي يتواجد بأشكال عدّة، وأقرانه الرئيسيّة المعروفة هي في المغرب وتونس شمال أفريقيا. وتُستخدَم كُثُرًا في صناعة الفُسفُور الفُسفُفات في صناعة الأسمدة الكيميائيّة، حيث يُعالج الصخر بعناصر الكبريتيك لأشاج السوبرفُسفُفات المُخصب الأشجل انحصاراً للنباتات.



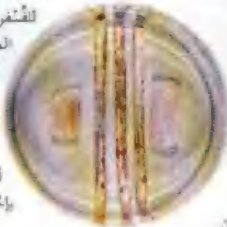
الفُسفُور والتور

يُحسّر الفُسفُور الأحمر بإشعاع الفُسفُور الأصفر إلى درجات حرارة عالية، ثم يُذَلَّن صلباً، ويُستخدَم الفُسفُور الأحمر في إشارات الأشعة الحرة لأحداث أنوار شديدة الشوط. كما أنه يؤلف المادة الفعالة في عيّنات الثّباب تحت الأمان تشتعل إذا شُغِلت على سطح يحوي فُسفُورا أحمر، أما التي تُشكّل أينما كان، فتحتوي مركبة فُسفُوريّة في رؤوسها.



أشكال الفُسفُور الناصلة

للفُسفُور ثلاثة أشكال ناصلة رئيسيّة: الأصفر (٧٥٪)، الأبيض (٢٥٪)، والأخضر والأشود. في الرسم إلى اليمين، فُسفُور أبيض وقطع من الفُسفُور الأصفر تتحول ببطء إلى الشكل الأحمر الأكثر استقراراً، كما يمكنك مشاهدة التّحَوُّل القاعية على الفُسفُور، الفُسفُور الأشود، أكثر أشكال الفُسفُور استقراراً، ويُحسّر بإشعاع الشكل الأصفر تحت الضغط.



فُسفُفات الكالسيوم تؤلف جُزءاً قوامياً من العظام والأسنان، لكنها تبدو في الطبيعة بأشكال ثلاثة ألوان مختلفة تدعى الأباتيت.



الفُسفُور أساسي للحياة

مادة العظام والأسنان معطلمها من فُسفُفات الكالسيوم التي تُكَيِّفها صلابتها. وتؤلف المجموعات الشفافية جُزءاً من د ن أ (الحامض الثوري الربي الفُسفُور الأكسجين) المُتواجد في لوي الخلايا والمتحرك بعمقاتها. ويؤثر المركب الفسفاتي: ثالث فُسفُفات الأدينوسين - (أ ت ب) الطاقة في الجسم بالتحلل إلى ثاني فُسفُفات الأدينوسين - (أ د ب) مُطلقاً طاقته المخزنة لإنجاز نشاط حركي كالقباض العضلي، أو فيولوجي كتخليق البروتين العضلي.



الفُسفُفات

مساحيق (أو سوائل) الغسيل تحوي ثالث بوليْفُسفُفات الصوديوم الذي يُزيل غُسل الماء. وتعمل الفُسفُفات من مياه العجاري والأسمدة والفُسفُفات على تلوث الأنهار وتهدد حياة الكائنات فيها. إذ إن قُطر المغذيات يؤدي تالياً إلى قُطر ساء الكثيرة الحيوانية التي تسببها الأكسجين في الماء. هذا ويُستخدَم الفُسفُفات المُشوية لمكافحة الآفات كالحشرات والقوارض.



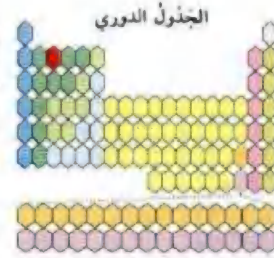
اكتشاف الفُسفُور

في القرن السابع عشر، استخلص الكيميائي الألماني، هيلم براند، الفُسفُور بتسخير ٥٠ ذلّاً من البول، بالإغلاء وإخماء الفُسفُفات مع الرُثْل. وأشعاع الفُسفُور (أي حامل الفُسفُور باليومايّة) لأنه يتوقّع في الظلام. واحتفظ براند ببيز اكتشافه هذا لكن روبرت بويل (١٦٦٧-١٦٩١)، الكيميائي الإيرلندي، أعاد اكتشاف الفُسفُور بعد ذلك بضع سنوات.

المزيد من المعلومات انظر
الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
قدرات الأتربة القلوية ص ٣٥
النروجين ص ٤٢
كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
الكيمياء الزراعية ص ٩١
الصناعات والفُسفُفات ص ٩٥
الخلايا ص ٣٣٨
حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

الأكسجين

الأكسجين أكثر العناصر وفرة في الطبيعة، وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة؛ ويدونه لا بقاء للكائنات الحية على الأرض. فحين نستنشق دوماً مع الهواء، الذي يتألف الأكسجين خمس مريجه، كما إنه موجود في العديد من الأشياء. ففي البحار، يتواجد الأكسجين مذاباً في الماء، كما يشكل جزءاً رئيسياً من تركيبه. وفي الصخر يتألف الأكسجين جزءاً رئيسياً من معظم معادنه. يتألف الأكسجين العادي من جزيئات ثنائية الذرات (فرمزه O_2). أما معظم الأكسجين في أعالي الجو، فتشكل آخر منه يتألف جزيته من ثلاث ذرات ويُعرف بالأوزون (O_3)، وهو يشكل طبقة واقية حول الأرض تحجب الأشعة الفضائية المؤذية. والأكسجين شديد الفاعلية الكيميائية؛ فما الاحتراق والتأكسد والصدأ والتفسُّس إلا بعض التفاعلات الكيميائية التي تحدث باتحاد مواد معينة مع أكسجين الهواء.



تتألف المجموعة ١٦ من الأكسجين (أ) والكبريت (ب) والسيلينيوم (سل) والتيلوريوم (تل) والبولونيوم (بن)



القطع بالأكسجين

يُستخدم الأكسجين والاسيتلين في قطع الفولاذ فاشتعال غاز الأسيتلين في الأكسجين الفلّح يُنتج درجة حرارة تزيد على 3000°C ، تسبب الفولاذ تحت لهب الحلال وتقطع بسهولة. ويُستخدم هذا الجدلح أيضاً في لحام الفولاذ - إذ ينصهر الطرفان المراد لحاقهما في لهب شعله، ثم تتركان ليبرد.

يُحدّد الأكسجين مع الكربون الزرقود ليُنتج ثاني أكسيد الكربون.

تفاعل الزرقود مع الأكسجين لا يتم بدون الحرارة.



الاحتراق

يتمّ تفاعل هذه عوامل الحادعاء، وهي الحرارة والأكسجين والزرقود. فإذا لم أحدها لا يمكن إشعال النار، أو إنها تطفئ بسرعة. لذا تطفئ ناز السخيم بالزئبق أو الخصى لإتقانها، لأن الزئبق أو الخصى يحجب عنها الأكسجين.

يجب أن يحوي الزرقود حادئة يمثلها الاتحاح مع أكسجين الهواء.

الصخور الحمراء

يعتقد العلماء أن هواء البحر لم يتم عصر الأكسجين منذ نشأة الأرض؛ ويربطون بدايات وصوله بالتفاعل مع الحديد في الصخور - شحلاً لونها إلى الأحمر. ويتألف عنصر هذه الصخور حوالي ٢٠٠٠ مليون سنة.

الطبيعة الحية

في عملية التنفس تأخذ الحيوانات الأكسجين من هواء البحر (٢١٪ منه أكسجين)؛ لكن ذلك لا ينقص نسبته في الهواء لأن النباتات تُعيد الأكسجين إلى الهواء ثانية في عملية التخليق الضوئي. أما الأحياء المائية، كالأسماك، فتتسبب الأكسجين المذاب في الماء.



أكسجين الطوارئ

يُغني المزيج، الذي يُعانون مشاكل تنفس، كميات إضافية من الأكسجين. لتخفيف العبء على الرئتين بزيادة التنفس وهذا يساعدهم في التعافي للشفاء بسرعة أكثر.



اكتشاف الأكسجين

عام ١٧٧٤، أعلن الكيميائي الإنكليزي، جوزيف بريستي (١٧٣٣-١٨٠٤)، عن اكتشافه «الهواء المتزوج» (الهواء) وكان كارل شيل (١٧٤٢-١٧٨٦)، السويدي، قد سبقه إلى مثل ذلك سبق أو سبقت. فقد برهن شيل أن الهواء ليس عنصراً موحداً، لكن لا أحد منهما أدرك حقيقة ما اكتشفه. وكان لانتوان لافوازييه (١٧٤٣-١٧٩٤)، الكيميائي الفرنسي، فضل إثبات طبيعة هذا الغاز ونسبته للأكسجين، عام ١٧٧٥.

لمزيد من المعلومات انظر

- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- الأكسدة والاختزال ص ٦٤
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- التنفس الخلوي ص ٣٤٦
- دورات في الغلاف الجوي ص ٣٧٢
- حقائق ومعلومات ص ١٠٢

الصدأ

إذا ترك الحديد والفولاذ مُعرَّضين للهواء والرطوبة، سرعان ما تكسوهُما قشرة بيضاء - بُرنتالية اللون، هي الصدأ. والصدأ هو أكسيد حديد يتشبع عن تفاعل كيميائي بين الحديد والأكسجين والرطوبة.

الكبريت

الكبريت عنصر لا فلزي أصفر اللون زاه يتواجد في الطبيعة على شكل كبريتيدات (كالغالينا - كبريتيد الرصاص والبايريت - كبريتيد الحديد) أو كبريتات (كالجص - كبريتات الكالسيوم المائية). وهو من العناصر الأكثر فاعلية، واستعماله ومشتقاته في مجالات الصناعة بالغة الأهمية - من صناعة الدهان والمنظفات إلى فلكنة المطاط وصنع البارود - حتى يُقاس مدى النشاط الصناعي في بلد ما بمقدار ما يستهلكه من الكبريت أو من حامض الكبريتيك، أحد مشتقاته. ويُعتبر أكسيد الكبريت، وخاصة، الذي تُطلقه محطات توليد القدرة الأحفورية المؤفد ذات المحتوى الكبريتي، من ملوثات الجو ومُسببات المطر الحامضي.

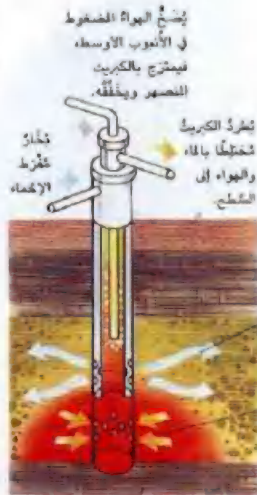


تتألف المجموعة ١٦ من الأكسجين (أ) والكبريت (ك) والسيلينيوم (سل) والتيلوريوم (تل) والبولونيوم (بن)



كبريت البرونز

يحتوي نزع البضة كبريتا يُستخرج من رمال يحد أطراف النخ إلا ما سُفقت البضة لسهولة طويته. والكبريت من العناصر الضرورية للحياة كجزء حيوي في البروتينات التي تسي الجسّم. وعندما تتحلل هذه البروتينات ينتج كبريتيد الهيدروجين، وهو غاز سام له رائحة البيض الفاسد.



بلورات الكبريت

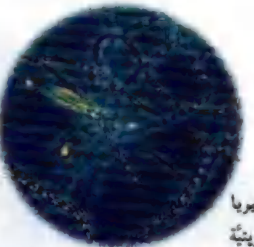
توجد بلورات الكبريت الدقيقة بين الصخور في المناطق البركانية في العالم، وهي من الشكل المُعَيّن. والشقوق البركانية هي مصدر رئيسي للكبريت في بعض البلدان مثل ميانمار وجاروا والولايات المتحدة الأمريكية. وينجم هذا الكبريت من الغازات المُنبعث من جوف الأرض.

أشكال الكبريت التآكلية

هناك شكلان ثابتان رئيسان للكبريت: المُعَيّن، والحادّي المُثلّ - أولهما فقط مُستقر على درجات الحرارة العادية. وفي كلا الشكلين تتربّب ذرات الكبريت في حلقات ثمانية.

الكبريت على سطح آيو

آيو، أكبر أقمار المشتري، هو أحد أكثر الأقمار نشاطاً في المنظومة الشمسية. ويعود لونه الأحمر البرتقالي الرمحي إلى فوس الكبريت من براكيت النافرة - التي تم اكتشافها بواسطة السواير الفضائية حديثاً.



الكبريت

الكبريتية

تستمد بعض الكبريتا الطاقة من الكبريت بدلاً من الأكسجين؛ لذا فهي لا تستطيع العيش إلا على مُركّبات الكبريت المُتأينة. وفي الولايات المتحدة يجري استخدام هذه الكبريتا لاستخلاص النحاس، وبعض الملّزات الانتاجية الأخرى نقيّة من مُركّباتها الكبريتية.

إستخراج الكبريت

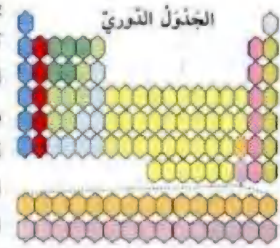
يُستخرج الكبريت من قنّاجه بطريقة مُرّاس. ولها نغز ثلاثة أنابيب مُتراكم في الفراغات الكبريتية. يُضخّ بخار مُمرّط الإخاء في الأنابيب الخارجية لعشر الكبريت؛ ثم يُدفع الهواء المضغوط في الأنابيب الأوسط، فيطرّد مزيج الكبريت المُترسّب إلى السطح.

لمزيد من المعلومات انظر

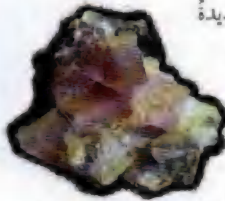
- البلورات ص ٣٠
- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- حامض الكبريتيك ص ٨٩
- مُنتجات الغاز ص ٩٧
- الفلزّات المُصّان ص ١١٢
- المطر ص ٢٦٤
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

الهالوجينات

يُستخدم الكلور، أشهر عناصر المجموعة 17 (الهالوجينات) في أحواض السباحة لتعقيم الماء، كما يُشكّل جزءاً رئيسياً من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام). وتُضاف الفلوريدات (مركبات الفلور) إلى معاجين الأسنان ومياه الشرب لمكافحة تآكل الأسنان. وتُستخدم مركبات الكلور والفلور الكربونية لمكافحة الآفات (كالحشرات والفطريات والطحالب المؤذية) وفي أجهزة التبريد. لكن البحث جارٍ عن بدائل لها بعد أن اكتُشف أنها تُضرّ بالبيئة. والمعروف أنّ جميع هاليدات الفضة حساسة للضوء، لذا تُستخدم في الأفلام والورق الفوتوغرافي؛ وبروميد الفضة هو أكثرها استعمالاً في هذا المجال. الهالوجينات جميعها شديدة الفاعلية، وكلّها تحوي ذراتها سبعة إلكترونات في الغلاف الخارجي.



تتألف المجموعة 17 من الفلور (فل) والكلور (كل) والبروم (بر) واليود (ي) والأتانتين (ست) المشع

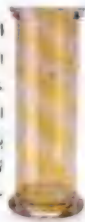


الفلوريت
المتفلور

يوجد الفلور في الطبيعة في معادن الفلوريت (فلوريد الكالسيوم) وفي البلورات التكسيتية المتعددة الألوان لثلاثيها المختلفة. والكثير من هذه البلورات يتفكّر (يتأثّر أيضاً) في الأشعة فوق البنفسجية.

الكلور

الكلور غاز أصفر مخضر، خافت الرائحة سام، وكاسر الهالوجينات، يتحد الكلور بسهولة مع الهيدروجين والماء لإنتاج حامض قوي جداً هو حامض الهيدروكلوريك.



البروم

البروم سائل أحمر شبيه، يُطلق بخاراً، يلونه. عتائق سائلة، وهو أحد العناصر السائلة في الجدول الدوري؛ تُستخدم مركبات البروم في التصوير الفوتوغرافي، وكسفنات لطيفة.

اليود

اليود جامد أبيض في شكل اللون براق، يتصدع بالسخن شظايا خارا أبيضاً، تُستخدم مركبات اليود (اليوديدات) في تحضير أشباه موصلة، وكعازل عازلة في الصناعة. هذا ويختص وجوده النشا باللون الأزرق السوسد الناتج من إضافة اليود رطبا إليه.



كلورة الماء

يمكن تحضير الكلور من محلول الملح المركز بالتحليل الكهربائي. والكلور مادة قاتمة قوية تُسبب الألوان؛ كما أنّه مُعْطِر ومُعْطِم فعّال يُستخدم لمعالجة الماء في أحواض السباحة ومحطات تنقية المياه.



اليود في الأعشاب البحرية

يوجد اليود بمقادير ضئيلة في مياه البحر وفي الأعشاب والطحالب البحرية. واليود عنصر مهم في نشاط الغدة الدرقية التي تُنظّم مستويات الطاقة والثو في صغار الثدييات. ويؤدي نقص اليود في الجسم لمركبات اليود (اليوديدات) إلى تضخم الغدة الدرقية يُرافقه تورّم في مقدم الرقبة وجانبها.



بعد توشع للتأثير المؤذي لمركبات الكلور والفلور الكربونية، يجري العمل على إيجاد عازلات تسم بديلة في مركبات الصبغات المستقرة.



حالياً تظهر ثلوث الأوزون بانتظام، شتاءً فوق القطب الجنوبي للأرض.

اللدائن الرقيقة

تُقلّى بواطن الفلور والفلور (ج، جلاء) ببطيء من الفلور (وهو شبيه لثاني من رابع فلور الأيمن المتعدد) الشديد الإلتهاب كسح الصفاق ما يُضخ أو يُغلى فيها. وهذا المركب عديم الفاعلية جداً ولا يتأثر بالحرارة - مما يجعله مثاليًا لهذا الغرض.

الفلور صلب فعّال لجميع الكيمياء الأخرى - حتى البسيط لا يذوب منها شيء بمقلدة الفلور.

ثقب الأوزون

مركبات الكلور والفلور الكربونية المُستخدمة في الهواء من أجهزة التبريد والبرادات الضوئية المختلفة تصعد إلى أعالي النجم، فتفاعل مع الأوزون وتُفكّكه، مُخليةً ثغرات في طبقة الأوزون الواقيّة. وهذا يُفسح المجال لتسرب كمّيات ضئيلة من أشعة الشمس فوق البنفسجية إلى الأرض.

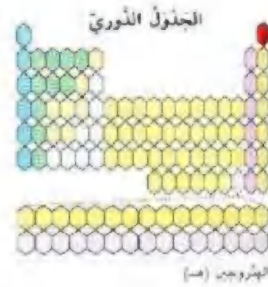


مزيد من المعلومات أنظر

- الترابط الكيميائي ص 28
- الجدول الدوري للعناصر ص 32
- الأكسجين ص 44
- صناعة الفلوريات ص 94
- التأثيرات الصناعية ص 112
- التصوير الفوتوغرافي ص 206
- دورات في الغلاف الجوي ص 371
- حقائق ومعلومات ص 412

الهيدروجين

الهيدروجين غاز عديم اللون والطعم والرائحة. ورغم أنه أخف العناصر فهو أكثرها توافراً في الكون (أد يؤلف حوالي 75% من مادته). استخدامات الهيدروجين متعددة - مثلاً في هدرجة الزيوت النباتية وتحويلها إلى سمون كالمزغرين، وفي نزع الكبريت من مشتجات النفط وزيادة كمية البنزين المستخلصة منه. لكن الاستخدام الأكثر للهيدروجين هو في صنع الأمونيا - المهمة في إنتاج الأسمدة وكيمائيات أخرى. كيميائياً، قد يتفاعل الهيدروجين مع الفلزات أو مع اللافلزات (مكوّنات أحياناً أيونات الهيدروجين)، وتُعزى حامضية الحوامض كُلّها إلى أيونات الهيدروجين في تراكيبها.



الهيدروجين (H)

الهيدروجين في الكون

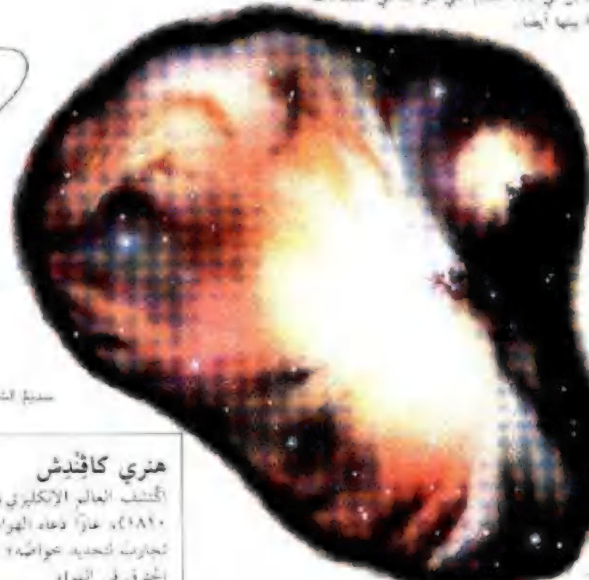
لا يقتصر وجود الهيدروجين كقوة على النجوم وتطوراتها. عظم بل في مادة السّام التي تتواجد في الفضاءات فيما بينها أيضاً.

الهيدروجين في الشمس

بحرّم العلماء أن تصدر طاقة الشمس التي نلعم بلورها ويحدثها جو الطاقة المتولدة من تفاعلات ذرات الهيدروجين. يخلق الضغط ودرجة الحرارة الهائلين في باطنها، تتكون الهيدروجين مع تحول بعض المادة إلى طاقة. ويصل هذا الإنتاج النووي بحقل في المسة الهيدروجينية المتدفقة.



البنية الأنيست
أنيست الذرات بنيت من الهيدروجين التي تتألف من بروتون واحد، إلكترون واحد، والإلكترون واحد.



سديم الشيطان



الهيدروجين في الأرض

في الأرض تتواجد كمية من الهيدروجين - الذي يؤلف حوالي 1% من مادة الماء (بعد O) فيها - وهو مع الكربون، أوسع العناصر تواجداً في الكائنات الحيّة والوقود لأغلبية، كاللغيم والنفط.

هنري كافنديش

اكتشف العالم الإنكليزي، هنري كافنديش (1731-1810)، غازاً فاعاً هوام الهواء، وأجرى عدّة تجارب لتحديد خواصه، وبيّن بأنه يكون ماء إذا ما



الحرق في الهواء. فكان ذلك يُرْهَأ أن الماء ليس مُصنّفاً مُستقلاً، كما كان يُظنّ، وأطلق لأقواله لاجئاً اعاد (1781) اسم الهيدروجين (التي تكون الماء) على هذا الغاز.

الهيدروجين وقود المستقبل

لقد تمّ صنع سيارات تجرّبة تُشغّل بالهيدروجين. أمّا مُصنّعو الوقود فيها فهو مرّت هيدروجيني يُطلق الهيدروجين عند احتماحه، وميزة هذه السيارات أنها لا تُلوّث البيئة. فاحتراق الهيدروجين يُنتج ماء.



سيارة وقودها الهيدروجين

المزيد من المعلومات الطّرف

- البنية الذرية من 24
- الجدول الدوري للعناصر من 37
- الأصناف والاختزال من 64
- قياس الحمضية من 72
- الأمونيا من 90
- مصادر الطاقة من 134
- الطاقة النووية من 136
- الشمس من 284
- حقائق ومعلومات من 302

المناطب والشمس الهوائية

تطوّر أن الهيدروجين، بسبب جثته الخفيفة، جاذبي لعبدة البانوات والمناطيد - وقد استخدم فعلاً لذلك يوماً. لكن استخدام في الشمس الهوائية ترقّت، بسبب تهيئته. بعد كوارث التضرر التي أوقفت بحياة الكثيرين - كما في كربة المنطاد هُنْدَرْج عام 1937.

الغازات النبيلة

تُعَبُّ النبيلات التي تُطْلَقُ في الجو بِهَجَّةِ بَغازِ الهَلِيمِوم، وهو أحد الغازات السَّتة في المجموعة ١٨ من الجدول الدوري. وتُعرف هذه العناصرُ بالغازات النبيلة، وتُشكِّلُ قُرابةً واحد في المئة من الهواء. والنيون غازٌ نيل آخرٌ مألوفٌ جدًا في أنوار النيون الزاهية الألوان. أمَّا الرادون المشعُّ فيُشعُّ من الجبال الراديوم، ويؤلف قدرًا كبيرًا من إشعاعات الخلفية التي تصادف في مناطق الصخور الغرانيتية. وتُعرف الغازات النبيلة أيضًا باسم الغازات النادرة أو الخاملة؛ فالكيميائيون لم يتمكنوا إلا من صنع بضعة مركبات فقط منها. فهذه الغازات نادرة التفاعل مع أي شيء، وهي مُستقرة جدًا لأنَّ الغلاف الخارجي لِكُلِّ منها كاملُ التعبئة بالإلكترونات.



الهيليوم

الهيليوم أحد العناصر بعد الهيدروجين، وكلاهما أحدث كثيرًا من الهواء. يُستخدَم الهيليوم، بدلًا من الهيدروجين، في تعبئة السائطد والسفن الهوائية الحديثة لأنه مأمون أكثر، فهو لا يحترق. يحوي هواء الجو مقدارًا ضئيلاً جدًا من الهيليوم، لكن بعض مكائن الغاز الطبيعي تحوي كميات كبيرة منه. وهي المصدر التجاري الرئيسي لهذا الغاز.

وليم رامزي

في عام ١٨٩٤،

اكتشف اللورد رامزي

(١٨٤٢-١٩١٩)

والكيميائي وليام رامزي

غاز (١٨٥٢-١٩١٦)

الأرجون، وكان قد تمَّ

مطيافياً اكتشاف وجود

الهيليوم في الشمس، ثمَّ

اكتشف رامزي وجُوده على الأرض عام

١٨٩٥. وأتبع ذلك باكتشافه الكريبتون

والنيون والزينون عام ١٨٩٨ - بعد أن

تمكَّن من تحضيرها بتفطير الهواء السائل -

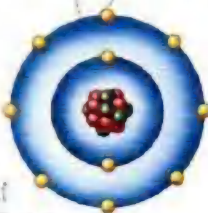
فحال بذلك جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٠٤.

وفي عام ١٩١٠، تمَّ له اكتشاف الرادون.



الغلافات الكامنة

تحوي ذرة النيون ثمانية إلكترونات في غلافها الخارجي، وبها يكون هذا الغلاف مكتملاً - فلا حاجة للمرة أن تعقد الإلكترونات أو أن تكسبها، فتتربط مع ذرات أخرى. كذلك فإنَّ الغلافات الخارجية لجميع الغازات النبيلة مكتملة، وهذا يفسر حُمُولَها واستقرارها.



أضواء النيون

تتولد ألوان فوس قُرح النيون هذه بإمرار الكهرباء خلال الأنابيب المُمتلئة بَغاز نيل ومواد أخرى على ضغط خفيض. ويُنتج قُلَّ غاز نيل لونا مُختلفًا، كما تُضاف مواد أخرى لإنتاج ألوان أكثر. فالهيليوم ينتج ضوءًا أزرقًا، والنيون ضوءًا أحمر بُرقيًا، مثلاً. ويسطع الأرجون بضوء أزرق، والكريبتون بضوء بنفسجي.



مُصنع لونيون في تشكيبا للحدرة النووية (ب روسيا)

مُشعُّ نوري فانوني

تتكوَّن بالشمال البراديوم النوريَّة عدَّة نظائر مُشعَّة للكربون، منها غاز الكربون-١٤. وهذا يُبعث من سمات القدرة النووية. وقد تمكَّنت الولايات المتحدة، خلال الحرب الباردة، من متابعة النشاط النوري السوفياتي عن طريق قياس كمية الكربون-١٤ في الهواء.



لمزيد من المعلومات انظر

- النبيلة الذرية ص ٢٤
- النشاط الإشعاعي ص ٢٦
- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- الطاقة النووية ص ١٣٦
- حقائق ومعلومات ص ٢٠٢

أنوار الغازات

يُستخدَم الأرجون والزينون في المصابيح الكهربائية. فتُشغَّل المصابيح المُمتلئة بالزينون بنوع أبخر سائل إلى المُرارة. وهي التمارت لتُشغَّل عَالِب المصابيح الفرنسية الممتلئة بالزينون، فيسطع نور الفرس الكهربائي، ولقائه شرارة مُستمرة. هذا ولقعا المصابيح الكهربائية العادية يبرح من الأرجون والنروجين، لأن هذا الترويج الحائل يحفظ قبلة التيجستن، المُشغَّل بنبذة الحرارة، مدة أطول.

التفاعلات

يستخدم في تحويل النباتات خضرة الشمس لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء إلى كربوهيدرات والسكريات.



عند شغل الصحور، يذوق المثلث الصابوني الأوساخ والدهون ويزيلها بنفس التوتر الشطحي للماء.

تتكون الفسفاك وتسود شريعتي لأن كبريتيد الهيدروجين في الهواء يتفاعل مع الفسفاك مكوناً طبقة رقيقة من كبريتيد الفسفاك.



ثوبلة (جولاتي) شصهرة

كفكة جامزة

ملايين التفاعلات الكيميائية تحصل من حولنا على الدوام في كل دقيقة، بعضها تفاعلات طبيعية وبعضها الآخر نتيجة لأنشطة الإنسان. ففي داخل أجسامنا يمثل الطعام الذي نتناوله في سلسلة من التفاعلات المعقدة ليُزوّدنا بالطاقة. وتنهيك النباتات في تحويل ثاني أكسيد الكربون والماء، إلى كربوهيدرات وأكسجين - في عملية التخليق الضوئي المستخدمة طاقة الشمس. وفي أجواء الأرض العليا تجري بلا مواد تفاعلات تُرشح أشعة الشمس كيميائياً من الأشعة فوق البنفسجية المؤذية التي قد تهدّد الحياة على الأرض. وفي المختبرات، يستخدم العلماء التفاعلات الكيميائية بأشكال شتى في عمليات لا حصر لها لتصنيع الأدوية الجديدة، أو لحفظ الأغذية من الفساد، أو لتحويل النفط الخام إلى بنزين، أو لتوفير المواد العديدة اللازمة لإعداد ملايين وتجهيز منازلنا.

الكفكة للحيورة لا تشبه مقوماتها من الطحين والبيض والزبدة والشكر، فهذه قد تغيرت بالتفاعلات الكيميائية.

التغير الكيميائي

غير الكفكة مثل جيد على التغير الكيميائي.

فمثل الكفكة وخواصها تغيرت بعد خبزها تغيراً جذرياً عن مذاق وخواص مقوماتها - فهي الآن مختلفة كيميائياً. إن معظم التغيرات الكيميائية تغيرات دائمة - فلا يمكنك إعادة الكفكة المحبوزة إلى طحين وزبدة وبيض وسكر، لكن هناك بعض تغيرات كيميائية عكوسة.



فرانسيس بيكون

كان فرانسيس بيكون (١٥٦١-١٦٢٦) محامياً ومختبراً وشخصية سياسية إنجليزية مرموقة. وتذكر هنا مقوله الشهيرة في كتابه «الأسلوب العلمي» الذي صدر عام ١٦٢٠: «إن الظواهر حول حواسنا المادّة ذات جذور طعم إذا أثبتنا التجارب».

روبرت بويل

الكيميائي الإيرلندي، روبرت بويل (١٦٢٧-١٦٩١) أحد أوّل الكيميائيين الحديثين شدّد في كتابه المشهور «الكيميائي الشكّ»، الصادر عام ١٦٦١ على أهمية التجارب فوق: «إن جميع الآراء يجب أن تخضع للاختبار والحرية للشعق من صوابها». وهو خلال تجاربه الدقيقة على الغازات، اكتشف قاعدة مهمة حول مسكها تعرف بقانون بويل.



المختبرات الحديثة

لحمى المختبرات العلمية أضافاً شتى من التجهيزات يستخدمها العلماء في تجاربهم المختلفة. فبعض العلماء، مثلاً، يدرسوا التفاعلات المعقّدة بتكون السطر الحامض علىهم بحدوث سيلاً لمتعة. وقد يجري علماء آخرون تفاعلات كيميائية لتصنيع مواد جديدة أو لاكتشاف علاج شاف من مرضي معين.

تجهيزات علمية من القرن الثامن عشر



النَّظَرِيَّةُ الحَرَكِيَّةُ

أَتَمَّكَ نَطْهُو فِي المَطْبَخِ، وَأَنْتَ فِي عُرْفِكَ تَسْمُ رائحةُ الطَّعامِ - هل تساءلت لماذا؟ النظرية الحركية تقدّم لك الجواب. إنّ الجزيئات الغازية الدقيقة المنطلقة من الطّعام السّاخن والمُدوَّمة في الهواء سرعان ما يحيل بعضها إلى أنفك. فالذرات والجزيئات التي تولّد كلّ شيء حولنا هي في حركة دائمة، حسب النظرية الحركية، وتردّد سرعتها بارتفاع درجة الحرارة فتشغل حيزًا أكبر. لكنّ جسيمات المواد لا تتحرّك بالمستوى نفسه - فجسيمات الجوامد، المتفارية التراصّ والشديدة التماسك، تقتصر حركتها على التذبذب (أو الاهتزاز) في مواضعها؛ وتتحرّك جسيمات السوائل بحرية أكثر فتتساقط مُبَرَّعة، لكنّها تنقل مُتقاربة مُتساكسة. أمّا جسيمات الغاز المتباعدة والضعيفة التماسك فسريرة

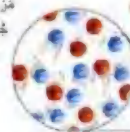
الحركة لا محدودة الانتشار.



جزيئات الهواء داخل
السطح العلوي للهواء المحيط فتنبسط
لأنّها تتحرّك بسرعة كبيرة، أي إنّ
الهواء داخل السطح المنخفض من الهواء
خارج - لذا يرتفع السطح في الجو.

الحرارة المرتفعة تسرع
تذبذب جسيمات الجوامد
فتشغل حيزًا أكبر. وهذا يُظَلِّ
تصدّد لزج إبييل في باريس
يمشلي ٧.٥ سم صيفًا.

غزيب متعادل من
جسيمات البروم
والهواء.



ينتشر البروم في المربعان
ليعملا كامل الحيز المتاح. وإذا قُبت مرشاة ثان فوق
الأول، فالغاز سرعان ما ينتشر ليعملا أيضًا.

الانتشار

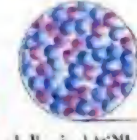
تنتشر الغازات لتعلا أي حيز متاح، لأنّ جسيماتها تتحرّك
بسرعة كبيرة. وخاصية الانتشار هذه هي سبب انتقال
الروائح بسرعة. فعندما يحترق الكعك في الفرن، مثلاً،
تنتشر رائحته سريعًا في سائر أرجاء المنزل.

التمدد

إذا سُخِّن جسمه، كهذا الترمومتر مثلاً، فإنّ
سرعة جسيماته (أو مدى اهتزازها) يتزايد
تنتشر حيزًا إضافيًا، فنقول إنه تمدّد. إذا
بحر من مهندسو الشكك الحديث على ترك
فجوات بين القضبان احتسبًا لتمددها في
الطقس الحارّ، تمدّد السواقي عشرة أضعاف
تمدّد الجوامد، أمّا الغازات فتمددها حوالي
١٠٠ مرة أكثر من السوائل.



غزيب من جسيمات الماء
ويرتفعات التوتاسيوم



الانتشار في الماء

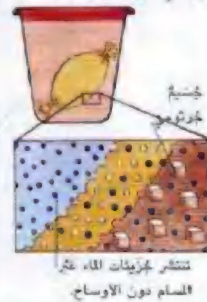
إذا القيت قليلًا من بلورات يوتاسيوم
اليوتاسيوم في الماء، فسرعان ما ينتشر
لونها الأرجواني فيه لأنّ جزيئات
الماء ترتطم جسيمات اليوتاسيوم
وتدفعها باستمرار. كذلك، إذا
قُعت أوراق الشاي في العلابة،
فستكسب الماء قلّة نكهتها
ولونها في فترة قصيرة.



بلورات
يوتاسيوم اليوتاسيوم

أكياس الماء النعوض

إنّ مخلوّل من الملح والشكر أساس في
معالجة الأسماك المصابي بالتهالي
حاد وحيث يُنظر إلى مياه الشرب الفتيّة
تستخدم أكياس خاصة تحوي مقدارًا
معقدًا من الشكر والملح الجافين. فإذا
وضع أحد هذه الأكياس في المياه
الزبيحة، تنتشر عبر مساميه جزيئات الماء
دون الأوساخ - فكلّش بذلك مخلوّلًا
مُعَدًّا صالحًا للشرب.



تعلّق نظرية الحركة عقل
الترمومتر - مائي ارتفاع في
درجة الحرارة يتسبّب في تمدّد
الكحول أو الزئبق بداخله،
فيتمدّد عمود السائل شككًا
على القياس الدقّق.



لودفغ بولتزمان

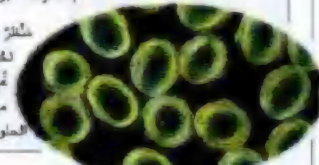
في الستينات من القرن
التاسع عشر طوّر
العالم النمساوي،
لودفغ بولتزمان
(١٨٤٤-١٩٠٦)
النظرية الحركية
للغازات. وقد جوّهت
نظرية الحركة بمعارضة
شديدة من علماء عصره؛ فعُتِ
ذلك كثيرًا وأدّى إلى الانتحار.



لرديد من المعلومات لشكر
حالات العاكسة ص ٦٨
شكوك الغازات ص ٥١
سرعة التفاعلات ص ٥٥
الحرارة ص ١٢٠
نظام النقل في النبات ص ٣٤١
حقائق وتعلّقات ص ٤٠٤

الحركة البراونية

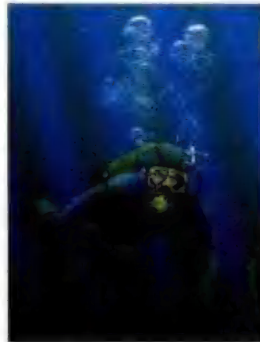
بينما كان عالم النبات الإسكتلندي، روبرت
براون، يتفحص عينة من خبيات غبار الطلّع عام
١٨٢٧ أدركه رؤية بعضها تتفكّر عشوائيًا على
سطح الماء. وقد علّق العلامة ألبرت أينشتاين هذه
الظاهرة بعد ثمانين عامًا، مُستخدِمًا النظرية
الحركية، بأنّ حركة جزيئات الماء الدقيقة غير
المرئية هي التي تفتد خبيات غبار الطلّع
باستمرار فتنظرها، وتعرف هذه الحركة الآن
بالحركة البراونية.



سُلوُكُ الغازات

قانون بويل

فكافح الغاز التي يتغيرها القوّاس كثير
تدريجياً كلما ارتفعت نحو السطح، فمن
صغيرة الحجم تحت ضغط السائل الأكثر في
العمق، وكلما ارتفعت نحو السطح يقل
السائل المُضاغط عليها، فيزداد حجمها
وهذا في الواقع، مثل ما علم على قانون
التشفة الكيميائية الإيرلندي، روبرت
بويل، عام ١٦٦٢. ينص قانون بويل
على أن «حجم الغاز يتناسب عكسياً مع
الضغط الواقع عليه» في ثبوت درجة
الحرارة، أي أنه «زيادة الضغط تقلل الحجم».



ينص قانون بويل حين نزول حجم الفقاعات
المُتلفة من القوّاس كلما قربت من سطح الماء.

جهاز التبريد

يُدور سائل التبريد في أنابيب
التلّاجية باستمرار، وعندما يُشَرّ
فكحة صيّنة يتمدد بسرعة متحوّلاً إلى غاز. وفي
تحوّله إلى غاز، يمتص الحرارة اللازمة من محيطه
(أي من داخل التلّاجية) فيُبرّده. ثم يسري الغاز إلى
الضاغط الذي يُحوّله ثانية إلى سائل، وبعدها
التسبيل بالضغط هذه تُطلق حرارة ثانية لأن تُشَرّ بها
في خلية التلّاجية.

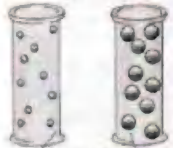


ضاغط

قانون أفوجادرو

إذا فلنا وعاء بالكلور وآخر مُتألف له ناعماً
بالأكسجين، فإن كلا الوعاءين يحوي العدد
نفسه من الجزيئات، وهذا صحيح رغم أن
وزن جزيء الكلور ضعف وزن جزيء
الأكسجين. هذه القاعدة اكتشفها أفادرو
أفوجادرو، الفيزيائي الإيطالي عام ١٨١١.

وينص قانون أفوجادرو على أن «الحجوم
المساوية من
الغازات تحوي عدداً
مماثلاً من الجزيئات
في درجة حرارة
وضغط مماثلين».



جزيء كلور جزيء أكسجين

لمزيد من المعلومات انظر

- حالات السائلة ص ١٨
- تغيرات الحالة ص ٢٠
- النظرية الذريّة ص ٥٠
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- الضغط ص ١٢٧
- الفيزياء ص ١٢٨
- الحرارة ص ١٤١
- حقائق ومعلومات ص ٢٠٢

تحوّل جسيمات الغاز بحريّة وبسرعة كبيرة؛ لذا تُحدث التغيرات
في درجة حرارة الغاز أو حجمه أو ضغطه ظواهر مثيرة. فمن
الخطر، مثلاً، ترك مِرْخاف في موضع حارّ، لأنه بارتفاع درجة
الحرارة، تزداد سرعة جسيمات الغاز في داخله فيزيد ارتفاعها
وتدافعها على جوانب المِرْخاف ممّا قد يتسبّب في انفجاره - إذ
يؤدّي تسخين غلبة الرّد إلى ارتفاع ضغط الغاز بداخلها. مثل
هذه الظواهر لاحظها ودرسها العلماء في القرنين السابع عشر
والثامن عشر، واستنبطوا بعض القوانين التي ما زالت تُستخدم
للتنبؤ بسُلوُك الغازات.

يُضخّ البالون
في السائل
البارد.

يتوجّه سائل على درجة
حرارة ١٩٦°س



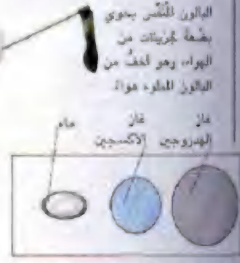
قانون شارل

يتغيّر البالون المحمّل
بالهواء عند وضعه في
وعاء التبريد السائل،
فدرجة الحرارة المنخفضة

جاءت تُبطّل سرعة جزيئات الهواء داخل البالون، فيقل
تدافعها وارتفاعها بجدران البالون فيتكّش. وقد اكتشف العالم الفرنسي
جاك شارل العلاقة بين درجة الحرارة وحجم الغاز عام ١٧٨٧. وينص قانون شارل
على أن «حجم الغاز يتناسب طردياً مع درجة الحرارة المُطلقة، عندما الضغط ثابت» - فإذا
قلت درجة الحرارة إلى النصف يقل حجم الغاز أيضاً إلى النصف.

للغازات وزن

قد يتبادر إلى أذهاننا أن الغازات عديمة
الوزن لأنّها تعلّصها لا ترى. وهذا
غير صحيح، فجميع الغازات
لها كتلة ما لأنّها تتألف من
جسيمات، ولو لوّازن بالوزن
مُسلّمين بالهواء، ثمّ تُشَرّ
أحدّها بدفّيس، فنتأكد أن
البالون المليء بالهواء أصبح أثقل.



قانون غي لوساك

في العام ١٨٠٨، اكتشف الكيميائي
الفرنسي، جوزيف لويس غي لوساك، أنه
عندما يتفاعل الهيدروجين والأكسجين ليُنتجا
الماء، فإنّ حجمين من الهيدروجين
يتفاعلان دائماً مع حجم واحد من
الأكسجين. وسامعة أبحاثه اكتشف أنّ
نسبة أحجام الغازات التي تتفاعل بعضها
مع بعض مُنسجتها هي نسبة عددية صحيحة
وسبقة. وتُعرف هذا بقانون غي لوساك.

مَنقَاش الدَّرَاجَة

نُحسّ دائماً بشحونة مَنقَاش الدَّرَاجَة
عند استعماله، وذلك لأنّ جزيئات
الهواء في داخله تُرْفَع على القوّاس
في حيز أقلّ، فترتد بسرعة ارتفاعها
بجدران المَنقَاش فيسبّب.

تُسبّب جدران المَنقَاش مع تزايد
سرعة انتظام الجزيئات بها.



التفاعلات الكيميائية

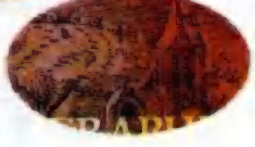


التفاعلات القادرة للحرارة

عند احتراق الخشب، تطلق طاقة كيميائية كطاقة حرارية. وينطوي هذا التفاعل على تفكك روابط كيميائية وتكوين روابط جديدة. لكن كمية الحرارة المنطلقة بالترابط أكثر من تلك الممتصة بالتفكك. لذا، يُطلق التفاعل حرارة، وتُسَمَّى المحيط حوله. وهذا مثل على تفاعلي طارد للحرارة.



يتفاعل الأكسجين في نافقة السُّر مع أكسيد المعسيوم، وهذا التفاعل يطلق طاقة كطاقة صوتية.



يُنتج لَوْنٌ لَإِلَهاف الكُتَاب لِأَنَّ الحُصُوءَ الَّتِي تَمُتُّهُ جُزْئِيَةً أَصْبَغُهُ تَفَكُّدُ بَعْضَ الرُّوَابِطِ الكِيمَاوِيَّةِ فِيهِ.

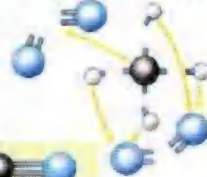
التفاعلات بالضغط

الطاقة التي يُطلقها أو يمتصها تفاعل كيميائي قد تكون طاقة صوتية، فطاقة السُّر تطلق حين تُسبغها صوتاً ماصعاً أبيض اللون، والمُتفجئات الإِصْطِغِيَّةُ، كما الثَّيَابُ، يَحُولُ نَوْعُهَا بِامْتِصَاعِ عَرِيَةِ الشَّمْسِ القَوِيِّ والتفاعلات الكيميائية الناتجة منه. كذلك يُخَرَّصُ عَرِيَةِ الشَّمْسِ تفاعلات في جِلْدِ الشَّمْسِ تَكُونُ جُذْبَ المِلَاحِينَ الَّتِي يَشْفَعُهُمْ بِشَرِّهِ مُصْغَرُهُ.

لمزيد من المعلومات انظر

الترابط الكيميائي ص ٢٨
توصيف التفاعلات ص ٥٣
سرعة التفاعلات ص ٥٥
التفجرات ص ٥٦
تحويلات الطاقة ص ١٢٨
طاقة ومعلومات ص ٤٠٤

يتفاعل الميثان مع الأكسجين ليكوِّم ثاني أكسيد الكربون وماء، وتُسَمَّى الاشتكَالُ لِشَدَّةِ تَفَكُّكِ الرُّوَابِطِ بين الذرات ثم تُعَادُ تَرَاتُطُهَا.



تغير الروابط

في كُلِّ تفاعل كيميائي، تتفكك روابط في المُتفاعلات لتتشكّل روابط المُنتجات. في الميثان مثلاً، المكوّن الرئيس للغاز الطبيعي، يتألف من أربع ذرات هيدروجين مُترابطة مع ذرة واحدة من الكربون. فعند احتراق الميثان يتفاعل مع أكسجين الهواء وتتفكك جميع الروابط بين ذراته، وتتكوّن روابط جديدة لتكوّن ثاني أكسيد الكربون وماء. وحينئذٍ هذه الروابط الجديدة ذات طاقة كامنة أقل منها في الروابط الأصلية، فإن التفاعل يُطلق فرق الطاقة كحرارة.



يُستخدَمُ الشَّطِين التَّكْرِيْمِيّ عَامِلًا لِطُلُقِ الطاقة ككهرباء ليصنع بها فرائشة.

التفاعلات بالكهرباء

بعض التفاعلات يُستخدم الكهرباء، وبعضها الآخر يُنتجها. عَالِشُطِين الكَهْرِبَائِيّ مثلاً، يستطيع قَلْبُ السِّمَكِ العُشْبَارِ بهَلْدِيَّ كَهْرِبَائِيَّةً قَدْ بُلِّغَ شِدَّتُهَا ٢٢٠ فِلْطِ تَرَوْلْ.



من تفاعل كيميائي يحصل في خلايا... والبرق الذي هو شرارة كهربائية صالحة، يُحدث تفاعلات في الهواء - منها تكوّن ثاني أكسيد النيتروجين من النيتروجين والأكسجين - وتكوين الأوزون من الأكسجين.

يُحدث البرق عَامِلًا بين النيتروجين والأكسجين يُنتج ثاني أكسيد النيتروجين، وهذا يلوث في ماء المطر ويسبب على الأرض كحماض النيتريك - لمح تَكَوُّنَاتِ المطر العامشي.



التفاعلات الماصة للحرارة

يُستخدَمُ الرِّبَاصُونُ كِمَادَاتٍ مُرَبَّدَةٍ الخَفِيفِ أَلَمِ الإِصَابَاتِ. فالتفاعل المُحدث في الكمامة يمتص الحرارة من جسم الرياضي، إذ إن الحرارة الممتصة في تفكك روابط المُتفاعلات في هذا التفاعل أكبر من تلك المُتطلّفة في تكوين روابط المُنتجات. وهذا مثل على تفاعل إندوثيرمي (ماص للحرارة).

طاقة التنشيط

مُعْظَمُ التفاعلات تحتاج إلى كمية معينة من الطاقة لِبَدَأِ. إذا لا يتم عمل عَرِيَةِ القَابِ ما لم تُسَطَّ بالخشك، كذلك لا تحترق قِيَالَةُ الشَّمْعَةِ ما لم يُغَرَّبَ بِهَا غُودٌ قَابِ مُشْتَعِل. وتُسَمَّى كَمِيَّةُ الطاقة اللازمة لبدء التفاعل طاقة التنشيط.



تَوْصِيفُ التَّفَاعُلَاتِ

الصِّغَ والمُعَادَلَات الكِيمَاوِيَّة هي للكِيمِيَاءِي نوع من الكِتَابَةِ الْمُخْتَرَلَةِ، كَمَا إِنِّهَا تُسْتَخْدَمُ فِي تَوْصِيفِ الكِيمَاوِيَّاتِ وَتَفَاعُلِهَا. فَالصِّغَةُ الكِيمَاوِيَّةُ لِأَيِّ مُرَكَّبٍ تُبَيِّنُ نَوْعَ الذَّوَاتِ الَّتِي يَتَأَلَّفُ مِنْهَا وَبِأَيِّ نِسْبٍ. وَتُعَبَّرُ الْمُعَادَلَةُ الكِيمَاوِيَّةُ عَنِ التَّضَاعُلِ الكِيمَاوِيِّ، مُبَيِّنَةً الْمَوَادَّ الْمُتَضَاعِلَةَ وَنِسَبَهَا فِي طَرَفِ وَالْمَوَادِّ النَّاتِجَةِ فِي الطَّرَفِ الْآخَرِ - مُتَجَاوِزَةً مَشَاكِلَ اللُّغَةِ. وَتُسْتَخْدَمُ عَادَةً سَهْمٌ بَدَلًا مِنْ عَلَامَةِ الْمَسَاوَاةِ بَيْنَ جَانِبِي الْمَعَادَلَةِ لِيَانِ انْتِجَاءِ التَّضَاعُلِ. وَيَقْتَرَحُ بَعْضُ السَّجْدِيدِينَ (وَأَعْلَهُمُ مُحِفُّونَ) كِتَابَةَ الْمُعَادَلَاتِ الكِيمَاوِيَّةِ بِرُمُوزِهَا اللَّاتِينِيَّةِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِي مَعْظَمِ أَقْطَارِ الْعَالَمِ.



الرَّمُوزُ وَالضَّمْعُ الْكَبَاوِيَةُ

الصيغة العاصرة التي عرفت منذ القدم مثل قُلْ كُلُّهَا بِصَوَرٍ مُلَكَّةٍ،
وإلى عام ١٨٥٠، استُخدم جَوْرُ دَانُون، الكيجاني الإنكليزي،
بصورة من الرموز القوية للعناصر المتحروقة في أباء، وفي عام
١٨١١، ابتُنع جَوْرُ براريليس، الكيجاني السويدي، النظام المُعتمد
الوم حيث تُمثلُ العاصرة بالحروف، ويمكن ضم هذه الحروف معاً
ليُبان صيغة المركب الكيجاني،
الكسيم الكربون الأكسجين



الضيق الكيماوية
حيثما كان

إِنْ كُلَّ مَرْفُوعٍ كَيْمَامِي
اسْمُ وَجِيهَةٍ نَبِيٍّ
الْعَنَاصِرُ الَّتِي يَتَأَلَّفُ
مِنْهَا - فَالْأَصْنَمُ
الْكَيْمَامِي
لِلْعَلْبَةِ شَرٌّ، مَثَلًا،
تُرَوِّدُونَ الْكَلْبَ السُّيُومَ. وَجِيهَتُهُ الْكَيْمَامِيَّةُ هِيَ
أَنَّ أَيْ مَع كُلِّ هَذِهِ مِنَ الْكَلْبِ السُّيُومِ (كَأَنَّ هُنَاكَ ذُرَّةَ
الْكَبُونِ لَكَ) وَهَلَّا ذُرَّاتٌ مِنَ الْأَكْسِجِينِ (أ).



مُعَاوِلَ الْإِحْلَالِ
مُعَاوِلَ الْإِحْلَالِ
مُعَاوِلَ الْإِحْلَالِ

[illegible]

المعادلات

يمكن توصف التفاعل بطرق مختلفة منها كتابة معادلة له كلاً أو بالصيغة الكيميائية. وإذا استخدمت الصيغة الكيميائية، فيجب أن تكون المعادلة متوازنة، أي أن يكون عدد الذرات المماثلة متساوياً في كل طرف. فبالمعادلة التوازنة وحدها يمكن إثبات نسب الكميات المتفاعلة بعضها إلى بعض.

التكافؤ

نكافئ العنصر من عدد الروابط
الكيميائية التي يمكن للذرة تكوينها.
وهو عدد الإلكترونات الذي تكسبه
الذرة أو يفقدها أو تشاطب به عندما
تشكل رابطاً كيميائياً. لذلك يكون مرغوب
م، يجب أن يكون مجموع
الانكافيات لكل عنصر فيه عدداً مضاعفاً.

تتكاثر الأيونات
(الم) ثنائي
الأكسجين
ثنائي

تتكون من ثلاث ذرات من الألومنيوم مع ٢ ذرات من الأكسجين.

المُول

يحصي الكيميائيون اللواتي والخزانات المتاحة الصخر
تحتل، والثول هو الوحدة المعتادة للملك بحوي
الثول من أي مادة 10×10^{10} جسيم، لكن كمثل
المواد (أي كتلتها الذرية أو كتلتها الجزيئية) تختلف.
واستخدام الثول في عد الجسيمات أصعب باستخدام
الشيفري الوزن بسرعة عدد قطع الدوام المبعثرة بدل
أدائها.



الألومنيوم 6×10^{-27} ذرة، وكتلته تساوي 27×10^{-27} غ. وقد
سُمي العدد 6×10^{-27} ثابت أو عدد أفوجادرو.

بقرمشه جاسه
اصفر هو ثوبه
الاصاهر عند
فرج المطولين



A diagram of a balanced beam balance. The beam is horizontal and supported by a central triangular fulcrum. On the left pan, there are 5 blue spheres and 5 red spheres. On the right pan, there are 5 blue spheres and 5 red spheres. A large yellow arrow points from the right pan towards the left pan, indicating a shift in mass or a comparison.

عندما يحصل تفاعل كيميائي لا يتلاشى من المتفاعلات شيء؛ فقط ترتب الذرات مجدداً لتكوين المنتجات. لذا يجب أن تكون المعادلة متوازنة وغدة الذرات متساوية في كل من طرفيها. وهذا هو قانون بقاء الكتلة، الذي ينص على أن مجموع كتل المواد المتشعبة في تفاعل ما يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة.

المزيد من المعلومات انظر

التربيط الكيميائي ص ٢٨
الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
الصيغ الكيميائية ص ٥٢
المركبات والمنتجات ص ٥٨
حقائق ومعلومات ص ٥٠

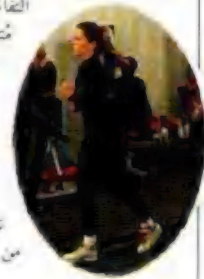
التفاعلات العكوسة



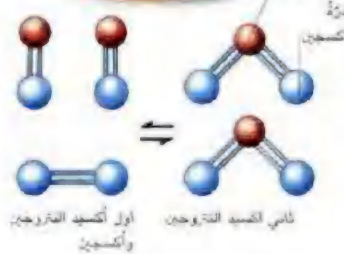
من العيث طبعاً تصنع كتلة خشبية من الدخان والرّماد اللذين نتجا عن احتراقها! فمعظم التفاعلات الكيميائية، كالاحتراق، تجري في اتجاه واحد فقط؛ وهي تفاعلات لا عكوسة - إذا ما حصلت فلا يمكن إعادة مُنتجاتها إلى ما كانت عليه. لكن هذا لا ينطبق على كل التفاعلات الكيميائية، إذ يمكن أحياناً عكس التغير الحاصل. فمثلاً، عندما تضاف مادة قلوية، كصودا الغسيل، إلى عصير الملفوف الأحمر يتحوّل لونه إلى خضرة مُزرقة. وإذا أُضيف حامض، كالخل، إلى العصير المُخضّر، يعود العصير إلى لونه الأحمر ثانية. إن تفاعلات كهذه هي تفاعلات عكوسة ذات اتجاهين - قُدّما (كتحوّل العصير الأحمر إلى الخضرة) وعوداً (كتحوّل العصير الأخضر إلى الخضرة)؛ وكلاهما في الواقع يحصلان معاً في الوقت نفسه، غير أنّ ظروف التفاعل قد تجعل أحدهما أسرع من الآخر.

حالة التوازن

التفاعل العكوس يبدو بعد فترة كإنه متوقّف؛ والحقيقة أنّ التفاعلين، قُدّما وعوداً، مُستمران - لكن بالسرعة نفسها، أي أنهما في حال توازن كيميائي. وهذا يُشبه واقع المركبة (مكنة الركض) حيث تبقى في مكانك إذا ركضت بسرعة تعادل سرعة المكنة، وإذا تباطأت تجد نفسك في تراجع، وعليك أن تزيد من سرعتك لإعادة التوازن ثانية.

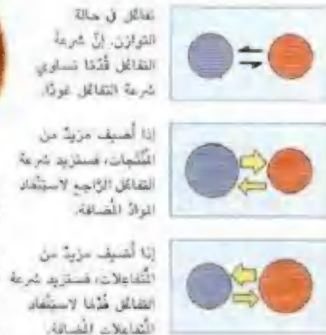


ثاني أكسيد النيتروجين
إذا سُخّر غاز ثاني أكسيد النيتروجين النقي، انتهت لونه تدريجياً حتى يصبح عديم اللون على درجة حرارة ٢٠° م. وذلك لأنه يتحدّث إلى غازي أول أكسيد النيتروجين وأكسجين؛ وكلاهما عديم اللون. وعند التبريد يتحدّث هذا التغير.



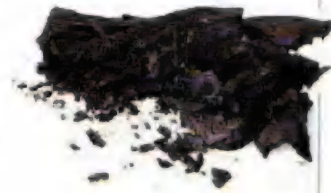
هنري لوشاتلييه

لوشاتلييه (١٨٠٣-١٨٨٦) عالم فيزياء المولد، عمل بفتح سوات كهندس مناجم قبل انتقاله إلى التعليم في جامعة باريس. وترتبط شهرته العلم بالصيد المعروف الذي يحمل اسمه.



مبدأ لوشاتلييه

إن أي تغيّر في درجة الحرارة أو الضغط أو التركيز، خلال تفاعل عكوس، يُغيّر سرعة التفاعل قُدّما أو عوداً. فالتبريد، مثلاً، يُردّد سرعة التفاعل القادوم للحرارة لإبطال أثر التبريد. وقد ألخصت هذه الظواهر في مبدأ لوشاتلييه - الذي يُعصّر على أنّ «التغير الواقع على تفاعل في حال التوازن يؤدي إلى اتجاه التفاعل في السّعي الذي يُبطل تأثيرات ذلك التغير».

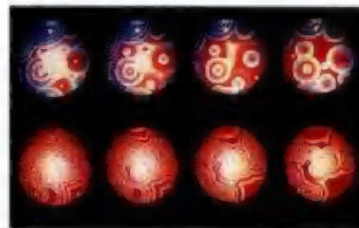


تغير لا عكوس

عندما يتحوّل الزرنيخ إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وساخ. وهذه المُنتجات لا يمكن إعادةُها إلى وزني ثانية، لأن الاحتراق تفاعل لا عكوس.

الساعات الكيميائية

بعض التفاعلات العكوسة لا تستقر على توازن، فإذا ما انبثقت تواجبت ترسّخها إلخاً وإثباتاً. ويُحدث هذا أحياناً تغيّرات لونية مُذهبة. ففي لحظة قد يكون المحلول أزرق، وفي اللحظة التالية يُصبح أحمر اللون. وتكون ترسّخ هذه التفاعلات بعدد في فترات زمنية مُنظمة، فقد أطلق عليها اسم «الساعات الكيميائية».



لمزيد من المعلومات انظر
تغيّرات الحالة ص ٢٠
النيتروجين ص ١٢
الأكسجين ص ١٢
التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
سرعة التفاعلات ص ٥٥
قياس الحفّضة ص ٧٢
الأمويا ص ٩٠

أُخذت هذه الصورة لانتاج من تفاعلات الساعات الكيميائية على قترات بين الفولسة منها والأخرى دقيقة؛ وهي تُبيّن حركة التتوابع المُوَظّعة أثناء التفاعل.

سرعة التفاعلات

تَحْصُلُ الانْتِجَارَات بِسُرْعَةٍ فَائِقَةٍ، أَمَّا التَّفاعُلات الأُخْرَى فآبِطاً كَثِيراً - فَقد لا يَظْهَرُ الصِّدَأُ عَلى دَرَجَةٍ جَدِيدَةٍ قَبْلَ عِدَّةِ سَنَوات. في حَيَاتِنَا اليَوْمِيَّةِ كَثِيراً ما نَرجِبُ في تَغيِيرِ سُرْعَةِ تَفاعُلِ ما؟ فَنَحْنُ نَضَعُ اللَّبَنَ في الثَّلَاجَةِ لِكَي نَبْطِئَ سُرْعَةَ اِحْمِضاضِهِ. كَذَلِكَ يَرجِبُ الكِيميائيونَ أَيْضاً في التَّحَكُّمِ بِسُرْعَةِ التَّفاعُلات - فَالصَّناعِيُّونَ مِنْهُم يَودُّونَ تَسرِيعَ التَّفاعُلات لِتَخْفِيفِ التَّكاليفِ، أَمَّا العُلَماءُ السِّيَمونَ فَيَريدونَ تَبطِئَةَ التَّفاعُلات المُضِرَّةِ بِالأَرْضِ. وَالعَوامِلُ الَّتِي يَمكنُ أَنْ تَؤَثِّرَ في سُرْعَةِ التَّفاعُلِ كَثِيراً، أَهمُّها دَرَجَةُ الحَرارةِ وَالضَّغْطُ وَتَركِيزُ المَتَفاعُلاتِ وَالضَّوْءُ وَبِساطَةُ السَّطحِ.



تأثير التركيز

إذا أُرِدَتْ صُنْعُ مَادَّةٍ ما بِسُرْعَةٍ، فَعَلَيْكَ اسْتِخدامُ مَحلولٍ صَبِغٍ شَدِيدِ التَّركِيزِ. فَمَفي المَحلولِ المَركَزيّ كَثِيراً جَداً مِنْ جُسيماتِ الصَّبِغِ المُتَفاعِلَةِ لِصِمامَةٍ مَعَ المادَّةِ وَتَنتَهِبُ التَّفاعُلُ. أَمَّا في المَحلولِ المُخَفَّفِ المَحْوَليّ فَهُنَا مِنْ جُسيماتِ الصَّبِغِ، فَسُرْعَةُ التَّفاعُلِ - بِالنَّالِي - بَطيئةٌ. وَالتَّسَبُّبُ لِنَفسِهِ، فَإِنَّ عَملِيَةَ الاحتِراقِ في هَواءٍ عَاليِ المَحتَوى الأَكْسيجَنيّ سَريعةٌ جَداً.

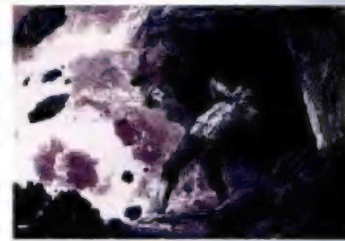


تأثير الضغط

جُسيماتُ الغازِ تُسَاعِدُ كَثِيراً وَكَمَها زِيادَةُ الضَّغْطِ تَظْهَرُ، وَتَزدادُ اِحتمالِيَّةُ تَصادُمِها لِإِحداثِ تَفاعُلٍ فِيمَا بَينَها. وَفي الأَونوكلافِ (السَّوَدَةِ) يُستَخدَمُ الشَّفْطُ العَاليُّ لِتَعييمِ الأشياءِ بِالغازِ بِسُرْعَةٍ كَثيرَةٍ.

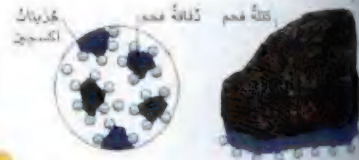
مزيد من المعلومات الطَّرف

- الظَّوْطَةُ الحَرَكِيَّةُ ص ٥٠
- التَّفاعُلاتُ الكِيميائيَّةُ ص ٥٢
- الحَظاراتُ ص ٥٦
- المَحاليلُ ص ٦٠
- صِمامَةُ الكِيميائِيَّاتِ ص ٨٢



تفجير الفحم

فِطْنةُ الفحمِ الكَثيرَةِ لا تَفاعُلُ مَعَ الهَواءِ إِلَّا بَعدَ إِشعالِها؛ لَكِنَّ مِزِجَها مِنْ دُخانِ الفحمِ وَالهَواءِ يَفاعُلُ بِسُرْعَةٍ مُتَظَرِّفةً، كَما في انْتِجَاراتِ المَناجمِ. وَذلكَ لِأَنَّ السَّاحةَ المُتَفاعِلَةَ عَلى التَّفاعُلِ في دُخانِ الفحمِ كَثيرَةٌ جَداً.



في تَفاعُلِ الفحمِ، جُسيماتُ الفحمِ المُتَفاعِلَةُ تَنتَاضِعُ تَفاعُلاً مَعَ جُزيئاتِ الأَكْسيجَنِ كَثِيراً جَداً.

أَوَّلَ مَرَّةٍ، جَنتُ رَجلِي عَمرَها ٥٠٠٠ سَنةً، وَجِئتُ مَحْفُوطَةً ضَمنَ مَخلُوعَةٍ ضَخمَةٍ بَينَ إِيطالِيَا وَالنِّمسا عَامَ ١٩٩٦، وَالمُفَترَضُ أَنْ يَكونَ الجِسمُ قد تَحوَّلَ إِلى هَيَكَلٍ عَظَليٍّ بِالنَّظَرِ نَرجِةً لِلحَرارةِ المُتَظَنِّنةِ تَنتَاجُ انْتِجَالاً.



تأثير درجة الحرارة

تَسرِيعُ مُعْظَمِ التَّفاعُلاتِ بِارتفاعِ دَرَجَةِ الحَرارةِ. وَذلكَ لِأَنَّ طَاقَةَ الجُسيماتِ المُتَفاعِلَةِ تَزدادُ بِارتفاعِ دَرَجَةِ الحَرارةِ وَتَزدادُ سَريعتها كَذَلِكَ. وَهَكَذَا تَزدادُ اِحتمالِيَّةُ اِرتِطامِ بَعْضِها بِبَعْضٍ مُنتَظَرِينَ مِنَ الطَّاقَةِ كافٍ لِإِحداثِ تَفاعُلٍ. أَمَّا بِانخفاضِ دَرَجَةِ الحَرارةِ، فَتَقلُّ جَمِيعُ التَّفاعُلاتِ الكِيميائيَّةِ؛ وَهَذا هُوَ سَبَبُ اسْتِخدامِ اِنتِجَاراتِ لِحفظِ الطَّعامِ.

تأثير الضوء

الضَّوْءُ المُضَوِّقُ خَيرٌ مِنْ تَفاعُلٍ في غُيُومِ الشَّمْسِ السَّاطِعِ بِسُرْعَةٍ أَكْثَرَ مِنْ الحَلاهِيا في خِزانِ المَطيحِ. ذَلكَ لِأَنَّ بَعْضَ التَّفاعُلاتِ تُسرِّعُ بِالضَّوْءِ - إِذْ تُمدُّ الضَّوْءُ المُضَوِّقُ بِالتَّفاعُلِ طَاقَةً تُزِيدُ مِنْ حَركَتِها.



تأثير مساحة السطح

بِساطَةُ السَّطحِ لِجِسمٍ حادٍ هِيَ مُجْمَلُ مَسطَحةٍ لَسطَوحِهِ الخَارجِيَّةِ، وَهَذهِ تَؤَثِّرُ في سُرْعَةِ التَّفاعُلِ.

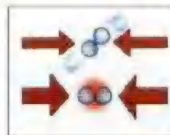
فَشرائحُ الطَّعامِ مِثْلاً، أَسْرَعُ تَفسِجاً عَندَ قَطْعِها مِنْ الفَقطِ الكَثيرِ، لِأَنَّ مَسطَوحَ الجُسيماتِ المُعْرَضةَ فِها لِلتَّفاعُلِ مَعَ الأَربِ الحَاضِرِ أَكْثَرُ مَسطَحةٍ بِكثيرٍ.

تُنتَاضِعُ البِطاطَا عَادَةً مَغمُورَةً في زَيتِ المَلاطَةِ وَالْعُروفِ أَنْ يَقطَعَ البِطاطَا الكَثيرَةُ بِأَربَاشِها وَفَذاً أَكْثَرُ بِكثيرٍ عَنِ الشَّرائحِ، فَهَذهِ تَنتَاضِعُ في ثَوانٍ لَازِئَةٍ تُسَاعِدُ السَّطحِ إِلى اَلحَجمِ قَريباً أَكْثَرُ بِكثيرٍ.



نظرية التصادم

يَحصُلُ التَّفاعُلُ الكِيميائيُّ حِما تَصادُمِ الجُسيماتِ المُتَفاعِلَةِ لِيَما بَينَها قُوَّةٌ (أو طَاقَةٌ) كافِيَّةٌ (هِيَ طَاقَةُ التَّشْطِيعِ) لِتَفتِكِ الرَوابطِ قَرباً بَينَها. وَحَسَبَ نَظَريَةِ التَّصادُمِ هَذهِ، فَإِنَّ الجُسيماتِ المُتَصادِمةَ سَترُدنَ بَعْضُها عَنِ بَعْضٍ إِذا لَمْ تَوافِقْ لَها الطَّاقَةُ الكَافِيَّةُ. وَهَذا مِثْلُ لَما يَحدثُ في مِيقاقِ السَّياراتِ القَدِيمَةِ؛ فَالسَّيارَتانِ المُتَصادِمَتانِ لَنْ تُحدثا القَطْعَ المُتَوَقَّعَ ما لَمْ تَرتَظِما بِقُوَّةٍ كَثيرَةٍ جَداً.



إذا تَجاوَزَ جُسمَينِ، فَقدَ يَرتَظِمانَ بِدونِ تَفاعُلٍ، إِلاَّ إِذا كانَ التَّصادُّمُ بِقُوَّةٍ كافِيَّةٍ لِإِحداثِ تَفاعُلٍ كِيميائيٍّ.

الحَفَّازَات

الحفّازات سحرة عالم الكيمياء، إذ تستطيع تغيير سرعة التفاعل وتبقى هي على حالها بعد انتهائه - فكانها واسطة تُعارف بين المتفاعلين (أو المتفاعلات). إن حوالي ٩٠٪ من الكيمائيات تُحصّر اليوم باستخدام الحفّازات. فُتستخدم الحفّازات الاصطناعية مثلاً، في صنع البتزين والدائن والسمدة والأدوية والألياف الصّناعية (لللباس) وغيرها. والأزيمات التي تتحكّم بالعملات الحيوية في أجسامنا هي حفّازات طبيعية عضوية. عادة تُستخدم الحفّازات لتسريع التفاعل؛ لكن يمكن استخدامها أيضاً لبطء التفاعل - فمثاف مثلاً، كيمائيات مضادة للتأكسد إلى الأطعمة لحفظها من التعفن السريع. ويُعزى وضع لفظة «كثيرة» التي تعني «حلّ أو تنكيك» إلى الكيميائي السويدي يُونز بَرزِيلْيُوس (١٧٧٩-١٨٤٨).



الازير الذي يُقدِّمه الشُّكر
عند وضعه في شرابٍ شكري
سيُنبِّه أن الشُّكر يعمل كحقاقٍ
لهذه ثاني أكسيد الكربون
من المحلول.

تخليص الحفارات طاقة
التنشيط اللازمة للتفاعل.



مَآرُ التَّفَاعُلِ

تَسْرِعُ الْحَقَارَاتُ التَّفَاعُلَ بِتَوْفِيرِهَا مَسَاجِدًا
أَسْهَلَ لِمَسَارِهِ . تَطْلُقُ بِمِيقَاتِ الْمَدْرَاجَاتِ حَيْثُ
بِكَافِعِ أَحَدِ التَّغْرِيبِ لِمَجَاوِزِ قَهْرِهِ
صَعُودًا . يَمِينًا يَتَرُجُّ التَّغْرِيبُ الْآخَرَ تَوَلَّى فِي
السُّحُودِ دُونَ عَمَاءِ . فَالْمَسْلُوكُ الرَّبُّوِي
الْأَكْمَرُ بِشَلِّ طَرِيقِ التَّفَاعُلِ الطَّيِّبِ . يَمِينًا
يَسَّرَ السُّحُودَ الْمَسَارَ الَّذِي يُوَفِّرُهُ الْحَقَارَاتُ .



في الصورة أعلاه مجموعة من الحفارات المختلفة، المتباينة الشكل والحجم، لكنها جميعها كبرت في المساحة السطحية دائمًا.

الميثانول

المبتاعون، أو الكسوف الجليلي، سائل صاب
يمكن خزنه في قوارير مئة عام بدون أن
يتغير. لكنه إذا أُرغم فوق حافة من الزئبق
الشمسي، يتحول فوراً، بتفاعل كيميائي
لائي، إلى بترين. ونستخدم هذا التفاعل
الشمسي اقتصادياً وندخلها

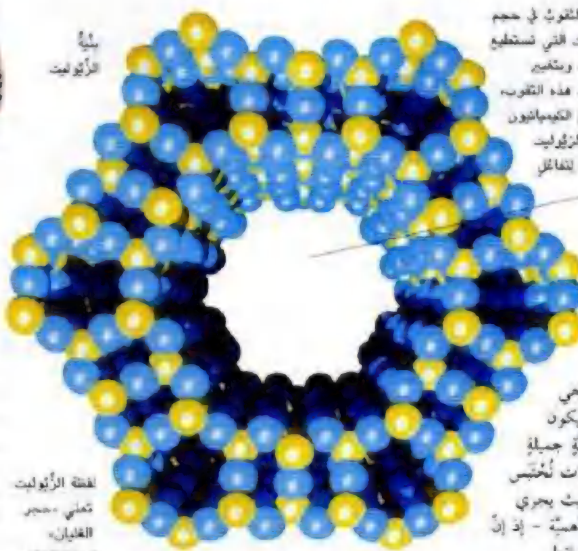


پیش رو

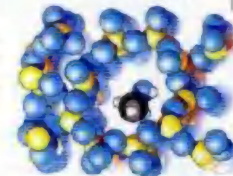
میتاؤں

الخلايا الوقودية

نستخدم الخلايا الوظيفية في العزبات الفضائية حاليًا
بشكلٍ كبيرٍ، هو البلاستيك عاليًا، تحويل مخزونها من
الهيدروجين والأكسجين إلى ماء. وهذا التفاعل
يُعدّ خافضًا كهربائيًا يُبدّل أجود العربة بالقدرة،
وفي الوقت نفسه يُنتج ماء في محطة الطاقم
لشرب والغسيل وإعادة إمداد الطعام. وهكذا
ترى أنه حتى رواد الفضاء يستعملون على
الحضارات



لقطة الزئوليت
تملي - حجر
الغبار -
بالمرئانية لأنه
عند إخماته يُطلق الماء من ملايين
الأفنية النقية بداخله (ويصبح
حجارة شديدة القابلية).



الزِّيُولِيَّات

الزُّيُولِيَّاتُ طائفةٌ مذهنةٌ من
الحفّاراتِ توجدُ طبيعياً في الصخور
الركائبة؛ كما يمكنُ تصنيّفها أيضاً. وهي
تتألف عادةً من ذرات الألومنيوم والسليكون
والأكسجين مُترابطةً معاً في شبكةٍ مُعروّبةٍ جميلةٍ
تحتوي ملايين القلوب. فخلال الطفاعات تُخسّس
المُركّبات المتفاعلة في هذه القلوب حيث يجري
تفاعلها. إن حجم القلوب أمرٌ بالغ الأهمية - إذ إن
ذلك يسمح للجزيئات من حجمٍ مُعَيَّنٍ فقط
بالدخول لإجراء التفاعل الكيميائي.

النُّقُوتُ فِي مِلْعَقَةٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الزُّبُولِيَّتِ تَوْفُرُ
مِسَاحَةً تَغَاغُرُ تُعَايِلُ مِسَاحَةَ مِلْعَقَيْنِ لِحْزَةِ الْقَدَمِ.

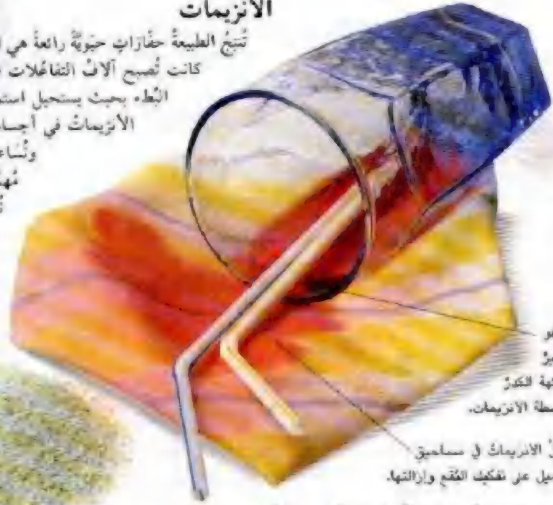
بِسَاحَةِ السَّطْحِ

تعمل معظم الحفارات بتقريب الشفاعة
واحدها إلى الآخر عن طريق تشكيل
روابط مؤقتة مع أحدهما أو كليهما.
لذا فمن المهم جداً أن يكون الحفار ذا
مساحة سطح كبيرة لأن هذا السطح هو
المكان الذي تجري به التفاعلات.
مثلاً، وبساحة الغروب في ملقعة كبيرة
من التريوليت تعادى مساحة ملعين
مجموعتين لكثرة القدم

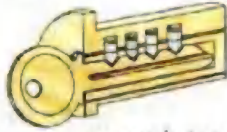


الأزيمات

تُنتج الطبيعة حفّازات حيوية رائعة هي الأنزيمات، التي بدونها كانت تصبح آلاف التفاعلات في الجسم البشري من البقاء بحيث يستحيل استمرار الحياة. تحفز الأنزيمات في أجسامنا تحليل الطعام وتساعد في تحليل كيمائيات مهنه كالبروتينات. كما تُستخدم الأنزيمات اليوم أيضًا لصنع الأدوية ومضاحيق الغسيل وعصير الفاكهة.



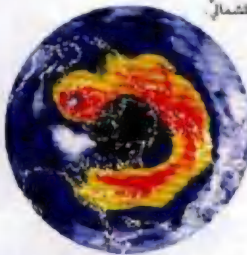
الأنزيم، بخلاف غيره من الحفّازات، ينفذ نوعًا محددًا من التفاعلات. فكما المفتاح السحيق فقط بلانم فقط مفتاحه، كذلك يجب أن تتلاءم الأنزيمات المفعلة بحدود مع جزيء الأنزيم.



تساقط الغسيل الأنزيمية

لغري تساقط الغسيل البيولوجية حفّازات أنزيمية تساعد في تفكيك القمم وإزالتها. وهذه المساحيق غير فعالة في الماء الحار لأن درجات الحرارة العالية تقتل الأنزيمات.

طبقة الأوزون فوق القطب للشمالي



حفّاز التحلل الأوزون

الكُلور الناتج عن تفكيك الغازات الكربونية، السهلجة بالكُلور والفلور، هو الحفّاز المُشال في إتاحة الأوزون إلى أكسجين في طبقات الجو العليا. وتكسر الحفّازات، بفعل الكلور، على حاله في نهاية التفاعل، فيتابع تفكيك المزيد من الأوزون. وهذا هو سبب التآكل الخطير في طبقة الأوزون في أعالي الجو.

لمزيد من المعلومات انظر

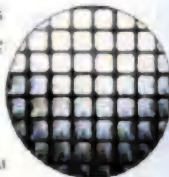
- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- سرعات التفاعل ص ٥٥
- المرئيات والتزيمات ص ٥٨
- كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
- مُتنبات الطقس ص ٩٨
- الهضم ص ٣٤٥

فلهم أوستوولد

فلهم أوستوولد (١٨٥٣-١٩٣٢) كيميائي ألماني، أجرى أبحاثًا حول الحفّازات في وقت كانت فيه فكرة إيجاد مادة كيميائية تُغيّر سرعة تفاعل ما كثيرة لثقتهم. غير أنه تاجر على عمله وبقي للعالم الأهمية الفائقة للحفّازات بتطبيقاته طريقة التحويل الأمونيا إلى حامض النتريك. وفي عام ١٩٠٩، مُنح جائزة نوبل للكيمياء.



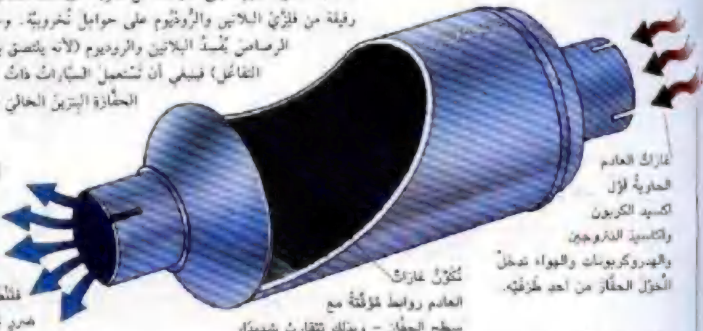
توجد داخل المحوّل بنية خروبيّة سطحيّة بطبقة رقيقة من فلزّين البلاتين والروثينيوم - وهما لتسرع التفاعل في المحوّل.



المحوّل الحفّاز

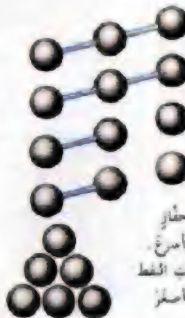
تحتوي بعض السيارات محوّلًا حفّازًا. هذا المحوّل يُحلّ غازات العادم السامة المُلوّثة للهواء إلى غازات أقلّ ضررًا. ويتألف المحوّل من طبقات رقيقة من فلزّين البلاتين والروثينيوم على حوامل خروبيّة. وحيث إنّ الرصاص يُفسد البلاتين والروثينيوم (لأنه يتصلق بهما ويمنع التفاعل) فينبغي أن تستعمل السيارات ذات المحوّلات الحفّازة البترين الخالي من الرصاص.

يُحيي المحوّل أوّل أكسيد الكربون والهيدروكربونات إلى ثاني أكسيد الكربون وماء؛ كما يُحوّل أكسيد النيتروجين إلى نيتروجين - فتلطّف المُنْتَجَات إلى الهواء دون ضرر يُشكّر.



التكسير بالحفّاز

الجزيئات المُلوّثة من سلاسل طويلة من ذرات الكربون تُصبح أكثر فائدة إذا ما أُخِيت وفُكّلت إلى قطع أصغر. إن عملية التكسير هذه تتطلب درجات عالية جدًا من الحرارة؛ لكنها باستخدام حفّاز كالمُتولّد، تصبح أسهل وأسرع. وهكذا يمكن تحويل جزيئات النفط الخام الكبيرة إلى جزيئات أصغر أكثر فائدة كجزيئات البترين.



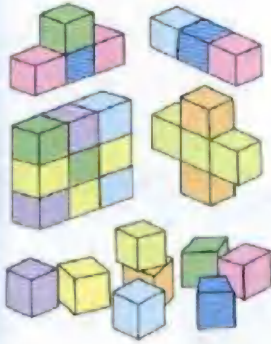
فقايق الغاز هذه هي كربونات بترولية أصغر من جزيئات الزيت الكبيرة.



التكسير في المُختبر

يمكن استخدام قطع الحرف الصيني كحفّاز لتفكيك زيت البترين؛ ويُعرف هذا التفاعل بالتكسير. فإذا أُخِيت المصوّفات المُعدنيّة المُشترّب بترين البترين في أنبوب اختبار بحيث يَمُرّ الزيت فوق الخزف الصيني، فإن روابط جزيئات الزيت الكبيرة تتفكك وتتكوّن جزيئات غازية أصغر وأخفّ يمكن تجميعها.

المركبات والمزيجات



كُتْلُ البناء

كما نستخدم حروف الهجاء في بناء ملايين الكلمات، هكذا نستخدم العناصر في تكوين ما لا يحصى من المركبات المختلفة. فالعناصر هي كُتْلُ البناء الطبيعية المستخدمة في تكوين الكثير الكثير من البنى الكيميائية المختلفة.

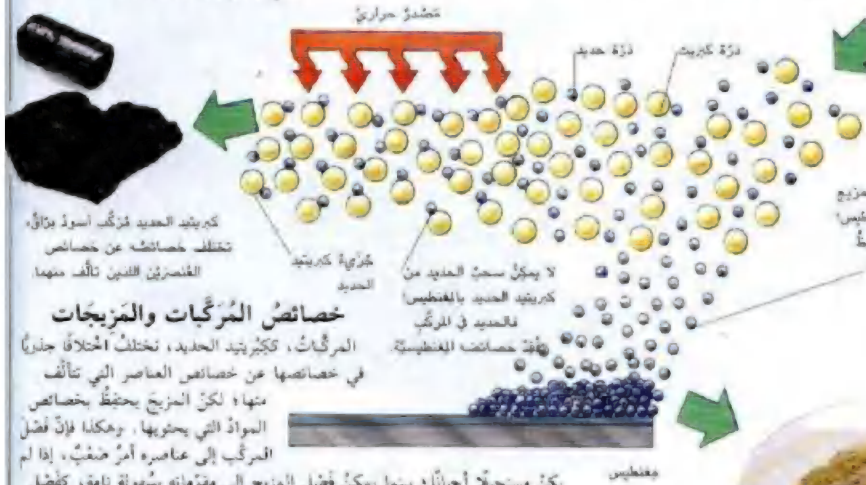
قلّما نتواجد العناصر حرة في الطبيعة؛ فمعظم المواد تتألف من عنصرين أو أكثر ترابطت ذراتها بطرق وتفاعلات كيميائية مختلفة لتكوّن المركبات. وهذه من العسير جدًا فصلها بعد ذلك إلى مقوماتها. جزيء الماء، مثلاً، يتألف من ذرتي هيدروجين مُتحدتين مع ذرة واحدة من الأكسجين. إنّ اتحاد العناصر كيميائياً لتكوين المركبات يختلف اختلافاً جذرياً عن مُجرد مزج المواد معاً للحصول على مزيج - حيث تختلط العناصر أو المركبات المختلفة دونما تفاعل كيميائي، كماه البحر الذي هو مزيج من الماء وبعض المركبات كملح الطعام. نمتزج المواد لتكوين المزيج بأي نسبة وتحتفظ المقومات بخواصها، بخلاف مقومات المركب؛ لذا يمكن فصل المزيجات إلى مكوناتها المختلفة بطرق سهلة.

الحديد والكبريت

في مزيج من تيراة الحديد والكبريت تظلّ الذرات منفصلة، ويحفظ كل من الحديد والكبريت بخواصه الشّعبية. إذا عند إحصاء المزيج، فيحصل تفاعل كيميائي يُنتج مركباً أسود هو كبريتيد الحديد. وهذا المركب يحوي ذرات الحديد مترابطة كيميائياً مع ذرات الكبريت؛ وهو ذو خصائص مختلفة تماماً عن خصائص المزيج أو مكوناته منفردة.



عندما نملأ تيراة الحديد مع الكبريت، يظلّ بإمكانك مشاهدة دقائق الحديد السوداء في مسحوق الكبريت الأصفر.



يمكن فصل الحديد في مزيج الكبريت والحديد بالمغناطيس؛ فالحديد في المزيج يحتكّ بخصائصه المغناطيسية.

في المزيج، يمكن فصل تيراة الحديد عن الكبريت باستخدام المغناطيس.

خصائص المركبات والمزيجات

المركبات، ككبريتيد الحديد، تختلف اختلافاً جذرياً في خصائصها عن خصائص العناصر التي تتألف منها؛ لكن المزيج يحتفظ بخصائص المواد التي يحتويها، وبهكذا فإنّ فصل المركب إلى عناصره أمرٌ صعبٌ، إذا لم يكن مستحيلاً أحياناً؛ بينما يمكن فصل المزيج إلى مقوماته بسهولة تامة، كفصل تيراة الحديد بالمغناطيس في مزيج الحديد والكبريت. كذلك فإنّ المركب يحوي دائماً نسبة ثابتة من العناصر التي تولّده - ككبريتيد الحديد (ح ك ب) يحوي دائماً جزءاً واحداً من الحديد للجزء الواحد من الكبريت. أمّا في المزيج، فيمكن أن تتغيّر نسب المواد المختلفة التي تتألف منها.

قانون النسب الثابتة

بلغ الطعام (كلوريد الصوديوم، ص ك ل) تركباً يتواجد في ماء البحر ومناجم الملح، ويمكن تحضيره في المختبر. لكنه يبقى البليغ ذاته المركب جزيئة من ذرة واحدة من الصوديوم وذرة واحدة من الكلور. ويتشّ قانون النسب الثابتة على أنّ كلّ مركب تقري يحوي دائماً العناصر نفسها بنسب ثابتة بالوزن.



جوزيف لوي بروس

كان الكيميائي الفرنسي، جوزيف - لوي بروس (1768-1826)، مولعاً بتحليل كلّ ما يقع في متناولته. فاكشف أنّ نسب العناصر في أيّ مركب من دائماً ثابتة. ولم يرق ذلك لعلماء عصره، لمخالفته نظريتهم لكنّ بروس كان على حقّ - فقد اكتشف قانون النسب الثابتة.

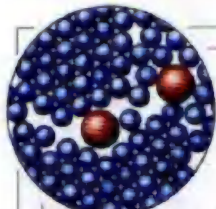
الذرات متواجدة معاً في مقوماتها من الهيدروجين والكربون.

ملك مركبات ومزيجات عديدة في غلظ المدينة الطاهرة في الصومال.

الرجاء تركيز من السليكون والأكسجين هياكل السيارات مصنوعة من مزيجات لظرة تدعى سيليكا.



التفاعلات



السبائك

بعض الأجسام،
كالعريات الفضائية،
تُصنع بالضرورة من
مواد خفيفة ومتينة؛

والفلزات النقية لا تحقّق
هذه المواصفات. لذا
تُستخدم مزيجات من
الفلزات تُدعى السبائك -

وهي تُصنع بإضافة كمية قليلة من فلزّ نقيّ إلى فلزّ
آخر. وحيث إنّ شكل
الذرات في الفلزّ المُضاف
مُختلف، فإنّها تُغيّر بنية
الفلزّ الأصليّ وتجعله
أمنّ وأقوى على
الشيء.



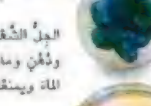
تكوّن الفضاء هذا غطشوع
من سبيكة تيتانيومية.

في تهيئة السطحة،
يطفو الزيت فوق
الزيت - كونهما
سائلين لا مزوجين.

الجمعة مزيج من
سائلين مزوجين هما
الكحول والماء - فلا
يتفصلان إلى طبقتين.

الجلّ الشفّيف مزيج من جامو
وخلّج وماء. فخلّج يحبس
الماء ويمنعه من الحركة.

الطين ينسكك مُشتعلًا مع
الماء عند مزيجهما معًا في
المواد الغروانية تكون
المسببات المُشتعلّة
صغيرة جدًا.



نخلّج البخور مزيج من
بقلته المُباركة الحامدة مع
الهواء.

الحيز مزيج
من جامو وغلّج.

زغوة
الحلاقة
مزيج من
سائلين وغلّج.

في
المشروبات الأرزنة غار، هو
ثاني أكسيد الكربون،
تُضاف في المشايخ.

في المشايخ.

أنواع المزيجات

يُمكن مزيج الحوامد والسوائل
والغازات بتوليفات ونسب
مُختلفة. وتُأخذ مزيجات
السوائل أشكالًا متعدّدة؛ فالماء
والكحول مزوجان، أي
يتمزجان بسهولة. أمّا السوائل
اللا مزوجة، كالخلّ والزيت،
فيطفو أحدهما (الزيت) فوق
الآخر. لكن بإضافة عامل
استحلاب (مُستحلب)، تُشتعل
قطرات الزيت في الخلّ لتكوّن
مزيجًا يُدعى مُشتعلًا
والمايونيز هو مُشتعل من
الزيت والخلّ، والمُستحلب فيه
هو مُنح (صفار البيض).

التخليق والتفكيك

كثيرًا ما يُؤبّد الكيميائيون جزيئات أكثر، وأكثر إمادة من
جزيئات صغيرة؛ ويُعرف هذا بالتخليق. لكنهم أحيانًا
يجدون ضرورة لفعل عكس ذلك - فيحلّلون جزيئات كبيرة
إلى جزيئات صغيرة؛ ويُعرف هذا بالتفكيك.

الكور غار الخضّر
اللون ساج.

يقطّر السوديوم مع
الكور فيشجان كلوريد
الصوديوم، أي ملح
الطعام.



تكوين المزيج

تُخلط المزيجات
اختلافًا جذريًا من العناصر
التي تُؤلفها. فيلح الطعام،
المعروف بالخصائص، مُزج
من الصوديوم والكور - علمًا أنّ الصوديوم فلزّ خطير التفاعلية مع الهواء
والماء (لذا يُحتفظ في الزيت)، والكور غار أخضر اللون شديد التفاعلية
وسام إذا استُشيت بكميات كبيرة. لكن عندما تُشجّد ذرات الصوديوم مع
ذرات الكور تفقد خصائصها الخطرة والشميّة - مُكوّنة مُزجًا جديدًا هو
كلوريد الصوديوم أي ملح الطعام المألوف.



تشتعل ذرة الصوديوم عن الكورون
واحد اندرة الكور، فيصبح في الغلاف
الخارجي لكن منهُما ثمانية الكورونات.



فقط الذهب عيار ٢٤
قيراطًا هو ذهب نقيّ.
أما الأقل من ذلك،
لمزيج من الذهب
وفلزّات أخرى رخيصة.

الذهب عيار ٩ قيراط
يحتوي ٧٧٪ ذهبًا فقط.



رغم أنّ عسير الانتقال الطازج لا يحوي أيّ
اشعاعات، فالكيميائي لا يصفه بالقوة - لانه
يحتوي أكثر من
نوع واحد من
الجزيئات.

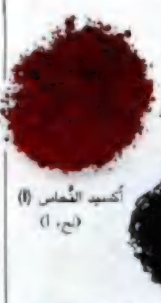


النقاوة

المواد النقيّة كيميائيًا تحوي نوعًا واحدًا من
الذرات أو الجزيئات فقط. فالذهب النقيّ
يُتألف من ذرات الذهب ولا شيء سواه. وتوصّف
بعض المشروبات أحيانًا بأنّها «عصير نقيّ» -
بمعنى أنّها لا تحوي أيّ مواد اصطناعية.
لكن الكيميائي لا يعتبر العصير مادة نقيّة،
بل خليط من مُركّبات متعدّدة كالماء.
والشكر، فالمزيجات على العموم
ليست نقيّة، بخلاف المزيجات التي
تحوي نوعًا واحدًا من الجزيئات.

مزيجات مُختلفة من العناصر نفسها

يُنتج النحاس والألمنيوم مُركّبتين مُختلفتين:
أكسيد النحاس (I)، وهو مسحوق أحمر بُنيّ
يتألف بنسبة جزيئين من النحاس إلى جزء واحد من
الألمنيوم، وأكسيد النحاس (II)، الذي يتألف
بمسبة جزء واحد من
النحاس إلى جزء
واحد من الألمنيوم
ولونه أسود رماديّ.



أكسيد النحاس (II) (حج 1)

إلكترونات الانبعاث

تتألف الفلزّة من نواة يدور حولها عدد من الإلكترونات
في قشوريات أو غلافات شمالية؛ وتكون الذرّة أكثر
استقرارًا إذا احتوت غلافها الخارجي ثمانية إلكترونات،
وتكون مُستعدة وربما خطيرة بأقل من ذلك. ففي اتحاد
الصوديوم والكور تُفتر إلكترونات الانبعاث مواتية
لتصبح الغلاف الخارجي لكلّ ذرّة من الصوديوم
والكور مُستقرًا، والمزج الناتج عن هذا الاتحاد هو
ملح الطعام المستقرّ واللاشمّاعيل.

المزيد من المعلومات النظر
النّيّة الذرّة ص ٢٤
الترابط الكيميائي ص ٢٨
العناصر ص ٣١
التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
المحاليل ص ٦٠
فضل المزيجات ص ٦١
التحليل الكيميائي ص ٦٢
السبائك ص ٨٨
مُستحضرات التجميل ص ١٠٣



المحاليل

يبدو ماء البحر صافياً، لكنه يحوي الكثير من المواد كالأملح وغازات الهواء وسواها مذابة فيه؛ فهو مثل على المحاليل التي هي مزيجات من نوع خاص تمتاز فيه الجزيئات المختلفة بالتساوي. ونحضر المحاليل عادة بإذابة جامد في سائل، كإذابة السكر في الشاي؛ فالسكر يُدعى المذاب والشاي يُدعى المذيب. وهناك أنواع أخرى من المحاليل تكون فيها الجوامد والسوائل والغازات مذابات أو مُذِيبَات. المحاليل المُركَّزة تحوي كميات كبيرة من المذاب في مقدارٍ مُعيَّن من المذيب. قُرْبُ البرتقال، مثلاً، هو محلول مُركَّز نشربه مُحفِّفاً بإضافة الماء.



شراب الفاكهة الأزرق هو محلول من عصير الفاكهة والسكر وتحتوي أكسدة الكربون.



محاليل لا سائلة

الهواء محلول غازي يحوي الأكسجين وغازات أخرى مُذابة في النروجين. وتُصنع السُّمن من سبائك هي محاليل جامدة من فلز مُذاب في فلز آخر.

مُذِيبَات مُختلفة

بعض المواد لا تذوب في الماء. بعض أنواع الغراء مثلاً، لا تذوب في الماء. بعض أنواع القُصْبَة، كالأسيتون، لا ذابها. فعندما يهبط الغراء يتشكل المذيب تاركاً جامداً لظروف يترك الشُعْطين معاً.

يذوب الهواء الذي يشتمل على الغازات في الدم. شكَّرتنا محلولاً، فإذا صعد العُلَّاس فجأة إلى سطح الماء، يمتلئ الهواء من المحلول شكلاً ففانقع هوائياً في الدم. وهذه حالة خطيرة تُعرف بالشمع.



المحاليل المُشبعة

يحوي البحر الميت في فلسطين، كميات كبيرة من الملح. وكلما زاد التبخر ليشدَّ البحر، تنافس كمية الماء فيها تبقى كميات الملح على حالها، فتترسب بلورات جامدة لعدم وجود مُشبع لكل البلع المُذاب. عندما لا تعود المحاليل تُسبغ المزيد من المذاب تكون قد أصبحت مُشبعة.

المزيد من المعلومات أنظر

- خصائص المادة ص ٢٢
- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- الكيمياء العضوية ص ٤١
- المرئجات والمزيجات ص ٥٨
- نقل المزيجات ص ٦١
- كيمياء الماء ص ٧٥
- المواد المُشبعة ص ١٠٦

جوامد غير ذووية

المواد التي تذوب في الماء، كعصير الأملاح، تُدعى مواد ذووية أو ذوابة فيه. بينما غير الذوابة، كالزئبق والزيوت، لا تذيب في الماء. وذلك لأن الماء لا يمكنه المُذيب على القوى التي تربط جزيئات الزئبق أو الزيوت بعضها بعض. فهذه الجزيئات تتركز البقاء مُرتبطة فيما بينها على الاتصال عن بعضها والامتزاج مع جزيئات الماء.

الجزيئات المُتجاذبة

تتجاذب ذرات مادة ما على مدى التجاذب بين جزيئات المذاب وجزيئات المذيب. فالعاء مُذاب جيد لأن جزيئه ذو شحنة كهربائية ضئيلة لم تكن من تكوين روابط ضعيفة مع جزيئات مُشحونة أخرى. بعض المرئجات، كالأملح، تتحلل في الماء إلى نوعين من الجسيمات المشحونة، تُسمى أيونات. أحدهما موجب الشحنة والآخر سالب الشحنة. وهذه الأيونات يمكنها أن تشكل روابط ضعيفة مع جزيئات الماء.



تستخدم الأسماك الكميات الضئيلة من الأكسجين الذائب في الماء لتعيش في الغازات الذائبة في السوائل. على عكس الجوامد، تنطلق منها عند الإجماء؛ لذا لا تستطيع الأسماك العيش في المياه المُعَرَّبة المُذاب.



المُذِيب العام

اكتشف الكيميائيون، من خلال تجاربهم، مُرَقّاً لثقبية الفلزات بتذويبها في بعض المُذِيبَات. وهم جُهدوا، عبثاً، في البحث عن مُذِيب عام يُذيب كل شيء. ولو نجحوا، لَوُي أين كانوا سيضعونه؟

فصل المزيجات

يستخدم الكيميائيون أساليب بَنيّة مُختلفة لِفصل المزيجات، كالترشيح والتقطير والغرز بالطرد المركزي وغيرها. ويعتمد الأسلوب المُستخدم على نوع المزيج وعلى خصائص المواد التي يتألف منها. وفي المنازل تُستخدم مصفاة لترشيح أوراق الشاي؛ وإذا كانت أوراق الشاي من الحجم الكبير، فيمكن تركها لتستقر في قاع الكوب قبل أن يُشرب الشاي. ويُعرف هذا النوع من فصل المزيجات بالترويق والتصفيق.



التصفيق

الباشبوش من الذهب في مجاري الأنهار الضحلة، يستخدمون أوعية مسطحة واسعة لغرز خليط من الرُّمل والحصى وماء النهر. ثم يذرعون الخليط في الوعاء، ضغطاً في أعرض جسيمات الذهب الثقيلة - إذ أُجذبت، ويصعد السائل الموحل غير المرغوب فيه يمانع الوعاء بمثابة، هي طريقة التصفيق هذه تُفصل المواد المُختلفة الكثافة كما تصعد الثقيلة (ثقلية الأكل كثافة) من الحليب.

الترشيح

يستخدم ورق الترشيح في غلابة القهوة لفصل مسحوق البن المُحصى عن سائل القهوة. فعندما يمر بخار الماء فوق مسحوق البن، تذوب خلاصة القهوة في الماء المُتكاثف وتغير مسام ورقة الترشيح. أما دقائق البن الغليظة فتظل مكانها فوق ورقة الترشيح، لأنها أكبر من أن تعبر المسام المُرشحة. تُفصل مُقومات المزيج بطريقة الترشيح إذا كانت حجوم جسيماتها مُشابهة القُد جداً - المذيفة منها ترشح، والكيرة تُحتجز.

التقطير

يتحول ماء البحر بالاعلاء إلى بخار. وإذا بُرد البخار يتكثف إلى ماء نقي. هذه الطريقة المُستخدمة في فصل المزيجات تُعرف بالتقطير، وتستخدم خاصة للحصول على الجزء السائل من المزيج، كما تُستخدم أيضاً في فصل مزيج من السوائل المتفاوتة درجة الغليان، وتعرف بتدليل بالتقطير التجريبي أو المُفاضلي. فالسائل ذو درجة الغليان الأقل يغلي أولاً، ودرجته الغليان الأعلى يتبقى آخرًا.



تجفيف المحاصيل بالتشميس



التجفيف والتبخير

يمكن تجفيف العنب بالتشميس، فتحول حرارة الشمس الماء في العنب، مثلاً، إلى بخار ينتشر إلى الهواء - تاركاً وراءه الزيت المُغلفين. التبخير (أو التجفيف) وسيلة لإزالة السوائل بالحرارة. إذ تجفقت الشُعير هو مثل آخر على هذه الوسيلة.



الماء المراد بقاءها جافة - المذيبات

التجفيف

للحفاظ على جفاف المواد في تخزينها، يحفظها الكيميائي في جفاف (وعاء تجفيف) والجفاف المُحكم السد يحوي مادة ماصة للرطوبة، كخيل السليكا، تمتص الرطوبة من الهواء. وكثيراً ما يُوضع ردم صغير من خيل السليكا في محاط الكاميرات لحماية عدسة الكاميرا من الرطوبة. إن عملية التجفيف هذه هي، مُختلف أشكالها، وسيلة بسيطة لإزالة الماء من الجوامد.



بالقدوم السريع تجفد الجسيمات الثقيلة إلى قعر الأنبوب.

الغزل المركزي

تُفرد النابتة، كما المُستخدمة التصويرية، مزيجات السوائل والحوامد بتدويرها بسرعة عالية. فتهبط المواد الثقيلة مُتجهة إلى الغراء، ولعلوها المواد الأثقل كثافة. ويتم فُرْد الدم في أنابيب الاختبار بهذه الطريقة لتفصل خلايا الدم الثقيلة عن سائل البلازما الأثقل.

لمزيد من المعلومات انظر
تغيرات الحالة ص ٢٠
خصائص المادة ص ٢٢
المزيجات والمزيجات ص ٥٨
المحاليل ص ٦٠
التحليل الكيميائي ص ٦٢
مشتقات النفط ص ٩٨
الحركة الدائرية ص ١٢٥

التَّحْلِيلُ الكِيمَاوِيّ

يَعْمَلُ الكِيمَاوِيُّونَ أحيانًا كَشْرطَةِ الثَّحْرِي فِي بَحْثِهِمْ عَنْ دَلَالَاتٍ تَنبُؤُ عَنْ ماهِيَةِ المَادَّةِ الحَقِيقِيَّةِ. فِكِيمَاوِيّ الثَّغْدِيَّةِ، مَثَلًا، يُجْرِي اخْتِبَارَاتِهِ لِلتَّحَقُّقِ مِنْ سَلَامَةِ الأَغْذِيَةِ وَحُلُولِهَا مِنَ السُّمُومِ أَوِ البِكْتَرِيَا. وَيَقْصِدُ كِيمَاوِيّ التَّحْلِيلِ الطَّبِيَّةِ سَوَائِلَ الجِسْمِ كَالدَّمِ وَالْبَوْلِ لِكِتْشَافِ طَبِيعَةِ المَرَضِ أَوْ مُسَبِّبَاتِهِ. وَكِيمَاوِيّ البِيئَةِ يُحَدِّدُ سَلَامَةَ البِيئَةِ بِقَحْصِ عَيِّنَاتٍ مِنَ الهَوَاءِ وَالمَاءِ وَالتُّرْبَةِ دَوْرِيًّا، وَيُسَجِّلُ مُسْتَوِيَاتِ التَّلَوُّثِ. وَفِي مَتَنَاوِلِ العُلَمَاءِ اليَوْمِ وَسَائِلُ تَقْنِيَةٍ عَدِيدَةٍ وَمُتَنَوِّعَةٍ لِتَحْلِيلِ المَوَادِّ وَتَحْدِيدِ مَكُونَاتِهَا. فَالتَّحْلِيلُ التَّوْعِي يُحَدِّدُ مَكُونَاتِ المَادَّةِ نَوْعًا (ماهِيَّةً)، بَيْنَمَا يُحَدِّدُ التَّحْلِيلُ الكَمِّي هَذِهِ المَكُونَاتِ كَمًّا (وَرَدًّا).



الاستشراب الغازي

يُستخدَمُ الكِيمَاوِيُّونَ أحيانًا أساليبَ الاستشرابِ الغازيِّ لِتَحْلِيلِ مَزِيجٍ مِنَ الغازاتِ، فَيُجْعَلُونَ المَزِيجَ يُسْرِي بِحَرٍّ حَامِدٍ مُعَيَّنٍ حَيْثُ تُقَدَّمُ بَعْضُ أَجْزَاءِ المَزِيجِ الغازيِّ بِقُوَّةٍ أَكْثَرَ مِنْ سَوَاءٍ، فَتُفَصِّلُ عَنْ مَكُونَاتِ المَزِيجِ الأُخَرَى.

يُظَلِّقُ الشَّعْثُ الأزرقُ قُرْصًا مِنْ مَرَكَزِ الورقةِ لِأَنْ يَنْجَلِبَ إِلَى الورقةِ أَكْثَرُ مِنْ مَوَادِّ.

يُسْرِي الشَّعْثُ الأصفرُ نَحْوَ أَشْرَافِ الورقةِ لِأَنْ يَنْجَلِبَ لِمَاءٍ أَكْثَرُ مِنْ مَرَكِزِ.

يُضَاعِفُ العُلَمَاءُ إِلَى مَوَازِينٍ حَسَّاسَةٍ لِتَحْدِيدِ وَزْنِ المَوَادِّ الَّتِي يُسْتخدَمُونَهَا فِي التَّحْلِيلِ بِقُوَّةٍ. هَذَا النُّوعُ مِنَ التَّحْلِيلِ هُوَ تَطْيِيلُ كَثْفِي.



الاختبارُ الإلَهْفِيّ

أَتَقَبَّضُ هَذَا الذَّهَبَ أَمْ زَاهِبٌ؟ دَعْتُ الشُّعْلَيْنِ مُرَاتِلَتَيْنِ كِيمَاوِيَّيْنِ مِنَ الحَدِيدِ وَالكَبْرِيْتِ يَنْبَغِي الذَّهَبَ. وَلَا خِيَارَ عَيْنَةٍ مِنْهُ، يُمْكِنُ لِلْكِيمَاوِيّ أَنْ يَزْنِيهَا (فَالذَّهَبُ الزَّاهِبُ، ذَهَبُ الشُّعْلَيْنِ، أَحْفَ مِنْ الذَّهَبِ)، أَوْ أَنْ يُطَيِّقَ إِلَيْهَا حَامِقًا (فَيُذَوِّبُ ذَهَبَ الشُّعْلَيْنِ فِي الحَامِقِ)، أَوْ أَنْ يَحْرِقَهَا لَوْحٍ بِلَاظٍ بِيضَاءَ (حَيْثُ يَبْرُكُ الذَّهَبُ الزَّاهِبُ حَرًّا أَسْوَدًا). إِنَّ اخْتِبَارِي الحَامِقِ وَالبِلَاظِ البِيضَاءَ يُبَلِّغَانِ النَّتِيَّةَ، هُمَا مِنَ الاختِبَارَاتِ الإلَهْفِيَّةِ أَمَّا اخْتِبَارُ الوِزْنِ فَهُوَ لِإِتْلَافِي قِيَمَتِي الْعَيْنَةَ سَلِيمَةً

يُذَوِّبُ الذَّهَبَ الزَّاهِبَ
إِذَا اسْوَدَّ عِنْدَمَا
يُذَوِّقُ بِلَاظٍ
بِيضَاءَ؛ بَيْنَمَا لَا
يَبْرُكُ الذَّهَبُ
الحَقِيقِيّ أَمَّا عِلَامَةٌ.

الذهب الزاهب (ذهب المغفلين)



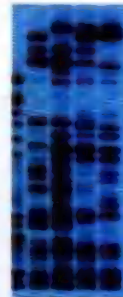
يُحْلَلُ الاختِبارُ
العَدِيمُ اللونَ بِصَبْحِ
أَحْمَرٍ وَرَدِيًّا عِنْدَمَا
يَكْتَسِلُ التَّغَاغُلُ.



المُطَابَرَةُ

يُستخدَمُ الكِيمَاوِيُّونَ المُطَابَرَةَ لِتَحْلِيلِ الحَقِيقِيّ لِقِيَاسِ تَرَكِيزِ المَحْلُولِ، فَيُجْعَلُونَ المَحْلُولَ يُتَغَاغَلُ مَعَ مَادَّةٍ كِيمَاوِيَّةٍ أُخَرَى مُعَدَّةً لِتَحْلِيلِ وَغَلَاظَةٍ يُحْصَلُ نَتِيجَةٌ فِي اللَّوْنِ، يَكُونُ المَحْلُولُ لَدَى تَغَاغُلٍ بِكَامِلَةٍ. وَبِحَسَابِ كَثْفَةِ المَادَّةِ التَّغَاغُلَةِ مِنَ المَحْلُولِ العِيَارِيِّ يُمْكِنُ احْتِسَابُ تَرَكِيزِ المَحْلُولِ الشَّخْصِيِّ.

لِكُلِّ فَرْزٍ جَانِبِيَّةٍ
دَوْنِ أَوَّلِيَّةٍ
وَتَشْتَبِهِي بِهِ
وَحَدَهُ.

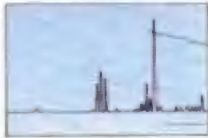
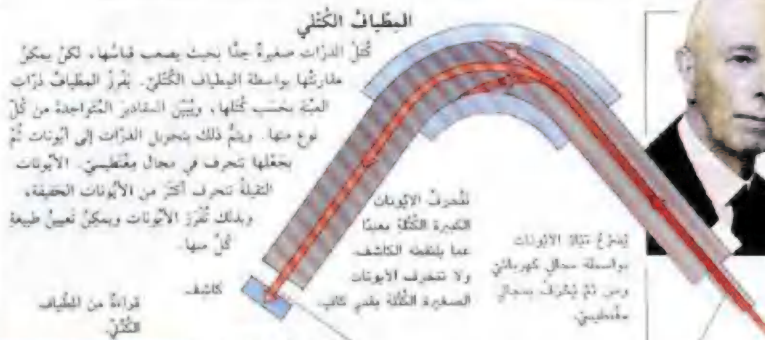


علوم الطب الشرعي

يُستخدَمُ عُلَمَاءُ الطبِّ الشرعيِّ لِتَحَارِبِ عَدِيدَةٍ لِحُلِّ اسْرَارِ الحُرَاتِمِ. مِنْ هَذِهِ التَّحَارِبِ، مَثَلًا، تَجَرِبَةٌ جَدِيدَةٌ تُعَرِّفُ بِسِمَاتِيَّةِ دَنَآ، تُسْتخدَمُ فِي كِتَابَةِ القَاعِلِ مِنْ بَيْنِ التَّشْبِيهِ بِهِمْ بِعَضَى لُطْفَةٍ مِنْ دَمِهِ أَوْ بِعَضَى الخِلَافِيَا مِنْ جِلْدِهِ. كَتَلَتْ المِتْرَاجِيَّةُ فِي حُلُورِ الشُّعْرِ. وَتُعَدُّ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ عَلَى الاختِبَارِ، المِمَّاثِلَةِ لِالاختِبَارِ، لِكِتَابَتِهِ تَسْتخدَمُ سَجَالًا كِيمَاوِيًّا، حَيْثُ تُفَصِّلُ المَادَّةُ المَوْرَثِيَّةُ عَنْ بَقِيَّةِ أَجْزَاءِ العَيَّةِ وَبِمَا أَنْ صَبِيحَةَ دَنَآ فِي هَذِهِ المَادَّةِ مُرِيدَةٌ لِلشَّخْصِ دَوْنِ سَوَاءٍ، تَامَنًا كِتَابَتِهَا الْأَصْبَاحَ، لَمَّا تُسْتخدَمُ فِي التَّعَرُّفِ عَلَى القَاعِلِ، وَهَذَا يَبْرُكُ نَسْبَةِ هَذِهِ الوَسِيلَةِ أحيانًا بِقِصَصَاتِ الْأَصْبَاحِ المَوْرَثِيَّةِ.

فرانيس أستون

بنا فرانيس أستون (١٨٧٧-١٩٥٥)، الكيميائي الإنكليزي عمله كمساحيد لج.ج. طومسون في مختبر كافيندر بجامعة كامبريدج، حيث قدّس الأيونات الموجبة الشحنة، واخترع المقياس الكتلي عام ١٩١٩، فسّره به اكتشاف العديد من النظائر الجديدة، وقال بذلك جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٢٢.



يُعطى لكلِّ القعة عدد الأيونات المتواجدة من كل نوع. يُعطي المقياس الأسفل كتلة كلِّ نوع من الأيونات.

نوع واحد من الأيونات فقط يتحرك بالقدر الصحيح، ويتغير شدة المجال المغناطيسي، يستجيب الكاشف الأيونات المختلفة.

تُنتِج التفاعلات الذرية لعنصر الهليوم

لعدوى الغنية إلى غاز، ثمَّ تُعدَّلُ ذراتها إلى أيونات.

طيف الانبعاث الذري

الضوء المنبعث من الذرة خلال اختبار اللهب ما هو إلا حزمة يَبُرُّ من كلِّ حلقة، فالذرات في الواقع، تُنتِج طيفًا من الأصواء المختلفة الألوان عند إحسانها، حطها فقط شريطة أن أتا الترددات الضوئية الأخرى، فيمكن أن يلاحظها ورقتها، بواسطة المقياس، كطيف انبعاث ذري. وهذا الطيف هو كتلة الأصبع بالنسبة للذرة، لأنَّ لكلِّ عنصر طيفه الفريد المميز.



تتحرق مركبات الصوديوم بلهب أرجواني.

تتحرق مركبات الرصاص بلهب أزرق.

تتحرق مركبات النحاس بلهب أزرق مائل إلى الخضرة.

كيمياء بيبي يخبز نقاوة ماء هنري.

اختبارات اللهب

عند إحصاء مُركَّبات ذرية في لهب ماء، يتحرَّق مُركَّب اللهب لونا مُعَّيَّن. ويحدث ذلك لأنَّ حرارة اللهب تُدوِّمُ إلكترونات الذرات بسرعة فتنبعث الضوء. والذرات المختلفة تُلوِّنُ اللهب بالألوان المختلفة مُتميزة يمكن بها تعريف العنصر ومركباته. فمركبات النحاس، مثلا، تكتسب اللهب دوماً لونا أزرق مائلاً إلى الخضرة. وهذه الألوان المُتميزة لمركبات الفلزَّات هي قوائم الألوان الجميلة في الأشهر الثابتة.

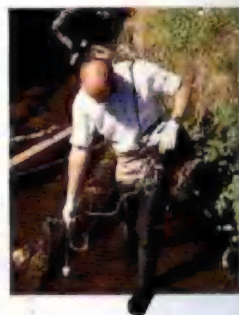
تحليل أسباب وفاة نابليون

حلَّ الكيمائيون عَشْرَ من شَعْرَ نابليون برناردت (١٧٦٩-١٨٢١)، الإمبراطور الفرنسي، بعد وفاته، فوجدوا فيها كميَّات ضئيلة من الزئبق، فاشتبه بأنه مات تسموماً. لكنَّ ثمَّ شواهداً اكتشافاً مستوياً عالمة من الروايخ في حياضات وادي جيلان تخفيه، لمُعلِّقُ الرطوبة والغفن أشهما في تحويل ذلك الزئبق إلى غاز قاتل.



فحص المياه

يتعلم علماء الية التحليل الكيميائي فحص نوعية المياه وسلامتها. فبالإضافة إلى كونها ملوثة بالأسلحة والنفط والأكسجين ومياه المجاري والسموم الخطيرة، ويستخدم العالم استخداماً شائلاً المغيرة، مثلاً، لإجراء تبيُّن الماء النجاسة في عيِّن من الماء.



تتحرق مركبات البوتاسيوم بلهب ليلكي.

تتحرق مركبات الليثيوم بلهب أحمر.

لزيد من المعلومات انظر
البيئة الذرية ص ٢٤
المرجات والمزججات ص ٥٨
فضل المرجات ص ٦١
تصادف الضوء ص ١٩٣
الذرات ص ٣٦٤
حقائق ومعلومات ص ٤٠٤

الأكسدة والاختزال

لَوْ أَنَّ الرُّوَادَ الَّذِينَ نَزَلُوا عَلَى سَطحِ الْقَمَرِ أَرَادُوا إِشْعَالَ نَارٍ عَلَى سَطْحِهِ لَمَا اسْتَطَاعُوا. فَالْإِحْتِرَاقُ هُوَ تَفَاعُلُ أَكْسِدَةٍ - تَتَحَدُّ فِيهِ الْمَادَّةُ مَعَ الْأَكْسِجِينِ؛ وَلَا أَكْسِجِينٌ فِي جَوِّ الْقَمَرِ. أَمَّا فِي جَوِّ الْأَرْضِ، فَالْكَثِيرُ مِنَ التَّفَاعُلَاتِ الْكِيمَاوِيَّةِ الْمَهْمَةِ الَّتِي تَحْصُلُ كُلَّ يَوْمٍ تَتَضَمَّنُ تَفَاعُلَاتِ أَكْسِدَةٍ - كَالْحِرَاقِ الْمَوَادِّ وَصَدَأُ الْفِلِزَّاتِ وَحَتَّى فِي عَمَلِيَّةِ النَّفَسِ. فَالطَّعَامُ الَّذِي نَأْكُلُهُ يَتَحَوَّلُ إِلَى طَاقَةٍ بِالْإِتِّحَادِ مَعَ الْأَكْسِجِينِ الَّذِي نَسْتَنَسُّهُ. وَيُقَالُ عَنْ جَمِيعِ الْمَوَادِّ الَّتِي تَتَحَدُّ مَعَ الْأَكْسِجِينِ أَوْ الَّتِي تَفْقِدُ الْهَيْدُرُوجِينَ بِأَنَّهَا تَأَكْسَدَتْ. كَمَا إِنَّ عَمَلِيَّةَ تَفْقِدِ الْأَكْسِجِينِ أَوْ كَسْبِ الْهَيْدُرُوجِينَ تَسَمَّى اخْتِزَالًا. وَالْوَاقِعُ أَنَّ عَمَلِيَّةَ الْإِخْسَادِ (الْإِخْتِرَالِ وَالْأَكْسِدَةِ) تَحْدُثَانِ مَتَرَاكِبَتَيْنِ - فَعِنْدَمَا تَكْسِبُ إِحْدَى مَادَتِي التَّفَاعُلِ الْأَكْسِجِينِ تَكُونُ الْأُخْرَى قَدْ فَقَدَتْهُ.

عندما يمتزج شيء ما مع الأكسجين الموجود في الهواء، فالاحتراق هو تفاعل أكسدة.



هذا الجزيء، عامل مُؤكْسِدٌ، لأنه يُعْطِي الْهَيْدُرُوجِينَ إِلَى جِزْيَةِ أُخْرَى.

هذا الجزيء، عامل مُؤكْسِدٌ، لأنه يُعْطِي الْأَكْسِجِينَ إِلَى جِزْيَةِ أُخْرَى.

الأكسدة

تتأكسد المادة في تفاعل كيميائي، عندما تكتسب الأكسجين أو تفقد الهيدروجين. التحويل المؤكسد مواد تعطي الأكسجين للمواد الأخرى أو تأخذ الهيدروجين منها. وبين أمثلتها المائدة الهواء ومادة التفسير - فكلاهما كثير المحترق الأكسجين.

هذا الجزيء، عامل مُؤكْسِدٌ، لأنه يُعْطِي الْأَكْسِجِينَ إِلَى جِزْيَةِ أُخْرَى.



الاختزال

يُخْتَزَلُ الْمَادَّةُ عِنْدَمَا تَفْقِدُ الْأَكْسِجِينَ أَوْ تَكْسِبُ الْهَيْدُرُوجِينَ فِي تَفَاعُلٍ كِيمَاوِيٍّ. وَتُسَمَّى الْمَادَّةُ الْمُؤَكْسِدَةُ، أَيْدُلُّ الْأَكْسِجِينَ أَوْ مَعْطِي الْهَيْدُرُوجِينَ، عَامِلًا مُخْتَزِلًا. مِثَالُ ذَلِكَ أَوَّلُ أَكْسِيدِ الْكَرْبُونِ الْمُشَقَّلِ مِنْ عَرَادِمِ السَّيَّارَاتِ، وَالتَّخَفُّصُ دَوْمًا الْإِتِّحَادُ مَعَ الْأَكْسِجِينِ لِيَكُونَ ثَانِي أَكْسِيدِ الْكَرْبُونِ.

هذا الجزيء، عامل مُؤكْسِدٌ، لأنه يُعْطِي الْأَكْسِجِينَ إِلَى جِزْيَةِ أُخْرَى.

الحصد الزخرفي في الأزمان

يُزَيِّنُ الْخَزَائِفُونَ فَعَارِيَاتِهِمْ بِمَادَّةٍ تَرْجِيحُ تَحْوِي وَرَاقًا كَالْحَدِيدِ مِثْلًا. وَعِنْدَمَا تُشْرَى الرِّعَاةُ الْفَخَّارِيُّ فِي فِرْنٍ، يَفْرُقُ مِنَ الْأَكْسِجِينِ، بِأَنَّكَ تَكْسِبُ الْحَدِيدَ لِيَكُونَ أَكْسِيدُ الْحَدِيدِيك، ح. أ. أ.، الْأَحْمَرُ الْأَوَّلُ. أَمَّا إِذَا شُرِيَ الرِّعَاةُ فِي فِرْنٍ دُونَ وَفَرَةٍ مِنَ الْأَكْسِجِينِ، فَالْحَدِيدُ بِأَنَّكَ تَكْسِبُ تَكُونُ أَكْسِيدُ الْحَدِيدِ، ح. أ. أ. الْأَسْوَدُ الْأَوَّلُ.



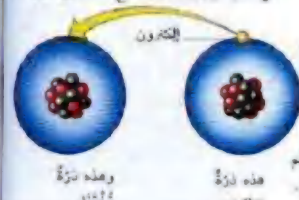
نظرية اللاهوت (الفيلوجستون)

شَهِدَ الْفَلَسَفَةُ التَّحْصِيدُ مِنَ احْتِرَاقِ الْحَشَبِ أَوْحَتْ إِلَى الطَّيِّبِ الْأَلْمَانِيِّ، جُورْجِ شَتَال (١٦٦٠-١٧٣٤) فَكَّرَ أَنَّ كُلَّ مَا يَحْتَرِقُ إِنَّمَا يَتَبَيَّنُ مَحْتَوَاهُ مِنَ الْأَلُمُومِ. لَكِنْ أَنْطَوَانُ لَانَوَازِيَّة (١٧٤٣-١٧٩٤)، الْكِيمِيَاءِي الْفَرَنْسِي، تَحَقَّقَ هَذِهِ النَّظَرِيَّةَ وَخَضَعَهَا حِينَ يَرَى أَنَّ كُلَّ مَا يَحْتَرِقُ إِنَّمَا يَتَحَدُّ مَعَ أَكْسِجِينِ الْهَوَاءِ.



إتِّحَادُ الْإِلِكْتُرُونَاتِ

فِي عَمَلِيَّاتِ الْأَكْسِدَةِ وَالْإِخْتِرَالِ لَجَرِي دَائِمًا تَفَاعُلُ الْإِلِكْتُرُونَاتِ بَيْنَ الذَّرَّاتِ. فَالذَّرَّاتُ الَّتِي تَكْسِبُ الْإِلِكْتُرُونَاتِ يُقَالُ إِنَّهَا اخْتَزَلَتْ وَالَّتِي تَفْقِدُ الْإِلِكْتُرُونَاتِ يُقَالُ إِنَّهَا تَأَكْسَدَتْ. وَتَقَالُ مَعَ الْكِيمِيَاءِيِّينَ نُسَمَّى هَاتَيْنِ الْعَمَلِيَّتَيْنِ أَكْسِدَةً وَإِخْتِرَالًا حَتَّى وَلَوْ لَمْ يَتَضَمَّنِ التَّفَاعُلُ غَضَرِي الْأَكْسِجِينِ وَالْهَيْدُرُوجِينَ.



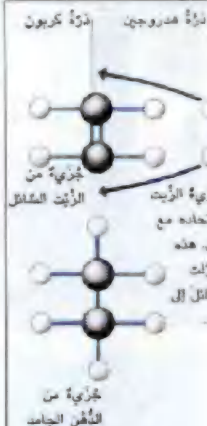
التَّأْكُلُ بِالصَّدَأِ

يَتَعَدَّى الْحَدِيدُ أَوْ الْفِلِزَّادُ إِذَا مَا تَعَرَّضَ لِلْهَوَاءِ وَالرَّطْبَةِ. وَالصَّدَأُ مِثَالٌ عَلَى تَفَاعُلِ أَكْسِدَةِ هَذَانِ. فَعِنْدَمَا يَتَأَكْسَدُ الْحَدِيدُ يَكُونُ طَبَقَةً سَطْحِيَّةً مِنْ أَكْسِيدِ الْحَدِيدِ (الصَّدَأِ)، يَظَلُّ يَحْتَرِقُهَا أَكْسِجِينُ الْهَوَاءِ لِيَتَلَفَّ الطَّبَقَاتِ الدَّاخِلِيَّةِ؛ وَشِرْعَانُ مَا يَأْخُذُ الصَّدَأُ سَبِيلَهُ إِلَى كَامِلِ الْفِلِزِّ فَيُتَلَفُّ. وَتَتَسَنَّعُ هَذِهِ التَّفَاعُلُ الْمُتَدَمِّرُ، تُطْلَى الْمَطْلُوحُ الْفِلِزَّادِيَّةُ كِهَيَاكِلِ الشُّعْنِ، بِاللَّدْعَانِ الْوَارِقِي الَّذِي يَمْنَعُ وَصُولَ أَكْسِجِينِ الْهَوَاءِ إِلَيْهَا.

الأكاسيد

تُجَدُّ الْأَمَلِيَّاتُ مَعَ الْأَكْسِجِينِ لَتَكُونُ أَكْسِيدًا، وَمِثَالُ هَذِهِ الْأَكْسِيدِ فِي الْمَاءِ حَامِضًا، فَأَكْسِيدُ التَّنَجُوجِينَ وَثَانِي أَكْسِيدِ الْكَرْبُونِ، مِثْلًا، هِيَ أَكْسِيدُ لَافِلِيَّةٍ يَتَبَيَّنُ مَخْطَاطُ الْفِدْرَةِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ فِي النَّوْرِ. وَعِنْدَمَا تَلَوَّثُ هَذِهِ فِي الْهَوَاءِ الرُّطْبُ تَشَقُّقُ مَطَرًا حَمِضِيًّا يَكْبِسُ الْقَرَرُ بِالْأَشْجَارِ وَالْخَيْرَاتِ وَالْأَتْنِيَّةِ، لِيَا بِحَاوِلِ السَّوْزُولُونِ عَنْ مَخْطَاطِ الْفِدْرَةِ مَعَالِمَةِ التَّبَيَّنَاتِ مِنْهَا قَبْلَ انْطِلَاقِهَا إِلَى الْحَرِّ. هَذَا وَتَحَدُّ الْفِلِزَّاتُ مَعَ الْأَكْسِجِينِ لَتَكُونُ أَكْسِيدًا قَاعِدِيَّةً - مَحَالِيهَا فِي الْمَاءِ قَلَوِيَّةً.





تصنيع المبرجين

يُصنع زيت المبرجين الجامد من الزيوت النباتية السائلة الكزيت عوار الشمس) باتحادها مع الهيدروجين. وتدعى هذه العملية بالهيدروجنة وهي مثالٌ عمليٌّ على تفاعلات الاختزال. ويمكن التخمين في قوام المبرجين طراوة أو صلابة، حسب الطليبة بإغصاء أو زيادة كمية الهيدروجين المتفاعلة مع تلك الزيوت.



زيت سائل

زيت جامد

مضادات التأكسد

يتسلف الطعام إذا ما تفاعل مع أكسجين الهواء. ويمنع ذلك، تُضاف كيميائيات مُضادة للتأكسد إلى الطعام خلال تصنيعه. وهذه الكيمائيات تُوقِّف تأكسد الطعام بتأكسدها هي فيفس الطعام سلبًا. وغالبًا ما توجد مضادات التأكسد هذه بخاصة في الأغذية المدعمة كالزيوت النباتية لأنها سرية التأكسد.

مكافحة الحريق

إشعال النار يحتاج إلى وتلوي وإلى حرارة لتبدء الاشتعال. وسحب إن الاشتعال هو تفاعل أكسدة، فإنه يحتاج أيضًا إلى تلو كاف من الأكسجين لتستمر. وعندما يترقق ذلك الإمداد تنطفئ النار. وهكذا يمكن إطفاء النار بإمدادها بواسطة بقلابة، أو تغطيتها بالرغاوة الكيميائية أو بتاني أكسيد الكربون من بقلابة حريق.



محللة النكس

تستخدم سرعة السير في بعض البلدان تفاعل أكسدة لاختيار المحللة لدى السائقين. فبعضها يُزهر أهدم داخل محللة النكس. بتأكسد الكحول (الأتانول) في زهره إلى حامض الإيتانويك (حامض الخلبيك) مُولَّدًا ثابًا تهربائيًا. وتبين سرعة الثاب كمية الكحول المتواجدة في نكس السائق.



التنفس والتخليق الضوئي

التنفس والتخليق الضوئي: تفاعلان حيويان وهما تفاعل أكسدة واختزال. فالتنفس يتأكسد الطعام الذي نأكل، فتطلق الطاقة اللازمة والأكسجين. لأجسامنا، والشبكات تقوم بالتخليق الضوئي الذي بواسطه نُشترت ثاني أكسيد الكربون من الهواء فتكون مواد سُكرية وتلويته.



البارود

منشوق البارود مزيجٌ مُعَيَّن من نترات البوتاسيوم (7٧٥) والكبريت (7١١) ولا يُعرف على وجه الدقة من

اختر البارود ولا على، ولكن الثابت أن الصينيين استخدموه قبل القرن السابع ق. م. وأصله العرب عنهم ونقلوه إلى أوروبا. إن اشتعال البارود هو تفاعل أكسدة تُعبر عنه لكن، بخلاف المواد الأخرى التي تحترق بأكسجين الهواء، فإن البارود يستبدل أكسجين احتراقه من نترات البوتاسيوم - الذي يتدل صيغة تركيبة بون أم على وتلو محتواه الأكسجيني.



الاختراق

في المحرك الداخلي الاختراق، يحترق البنزين مُتفلف الطاقة اللازمة لتحريك السيارة، وكل تفاعلات الاختراق، فإن اختراق البنزين هو أيضًا تفاعل أكسدة، وهذا التفاعل يُطلق الطاقة.

تتسلف مزيج البنزين والهواء وتُفكك مشرارة كهربائية. والغازات لحرارة ناتجة تدفع التكتل لتزول.

مع شعوب التكتل تدفع الغازات المتفجرة خارج الأسطوانة إلى أنبوب الإفلات. وتعاود هذه الدورة تكرارًا.

مع شعوب التكتل تدفع الغازات المتفجرة خارج الأسطوانة إلى أنبوب الإفلات. وتعاود هذه الدورة تكرارًا.



التفسير (الببيض)

تجري سوائل التفسير المنزلة توكيدات مُؤالة تستلج أكسدة المواد المُؤالة في الألبسة وإزالتها. فسواء التفسير الخلية تحري فوق أكسيد الهيدروجين هاء الذي يُبين صيغته وتلو الأكسجين فيه.

لمزيد من المعلومات انظر

البينة اللزجة ص ٢٤
الأكسجين ص ٤٤
الهيدروجين ص ٥٧
التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
كيمياء الهواء ص ٧٤
المحركات ص ١٤٣
التخليق الضوئي ص ٣٤٠
التنفس الخلوي ص ٣٤٦
حقائق ومعلومات ص ٤٠٤

سلسلة التفاعلية



الذهب عديم التفاعلية

يكتشف علماء الآثار من حين لآخر أشياء ذهبية كالسيف والأقعة. والآلات في هذه الأشياء أنها غالباً ما تحتفظ برونها عائناً طبعاً خديتاً - رغم أنها قد طيرت تحت التراب الآت السنين. فالذهب، بخلاف غيره من الفلزات التي كانت تتآكل وتكسر، عديم التفاعلية. لذا نعد الذهب في أسفل سلسلة التفاعلية.



الفلزات

يمكن وقاية الأشياء المصنوعة من الفولاذ (الذي هو حديد في معظمه) من التآكل بالطلاء بتغطيتها بطبقة من فلز أكثر منه فاعلية، كالخارصين، وهذه الطريقة تعرف بالعلقة. إنه حتى لو تآكلت طبقة الخارصين الواقية، فلأكسجين الهواء سيتفاعل مع الخارصين وليس مع الحديد. وتدعى هذه الوقاية أحياناً بالوقاية الإضائية لأن الخارصين يضحى به بوقاية الحديد.

ترتيب من المعلومات النظر
الفلزات القلوية ص ٢٤
الفلزات الانتقالية ص ٣٦
المحاليل ص ٦٠
الكهترلة (التحليل بالكهرباء) ص ٦٧
الحديد والفولاذ ص ٨٤
النحاس ص ٨٦
الألومنيوم ص ٨٧
حقائق ومعلومات ص ٨٠٤

البوتاسيوم فلزٌ رخوٌ أبيض فضي شديد التفاعلية لا يتواجد في الطبيعة إلا متحداً مع غيره من العناصر. في المقابل فإن الفضة فلزٌ غير فعال كيميائياً بحيث يمكن استخدامه بأمان في صناعة أدوات المائدة. وإذا قارناً شدة التفاعلية للفلزات الكيميائية، يمكننا وضعها في جدولٍ تراتبيٍّ يُسمى سلسلة التفاعلية. فالفلزات في أعلى هذه السلسلة هي الأشد فاعليةً، وتلك التي في أسفلها هي الأقل فاعليةً. وتساعدنا هذه السلسلة في توقع ما سيحدث عند تفاعل الفلزات المختلفة بعضها مع بعض. فإذا تنافس البوتاسيوم والفضة، مثلاً، على التفاعل مع الكلور، فالفضة للبوتاسيوم والناتج كلوريد البوتاسيوم. وهكذا فالفلز الأعلى في سلسلة التفاعلية له الغلبة على ما دونه من فلزات في أي تفاعل كيميائي.

إذا أزيلت طبقة أكسيد الألومنيوم الواقية عن سطحه، يتفاعل الألومنيوم المعرض بشدة مع الهواء.



الألومنيوم

الألومنيوم فلزٌ غريب. فُرقم موقعه العالي في سلسلة التفاعلية، فنستخدم أواني الألومنيوم في الطبخ بكثرة. ونعطي ذلك لأن الألومنيوم يتفاعل مع أكسجين الهواء مُشكلاً طبقة واقية عديدة الفاعلية من أكسيد الألومنيوم. أما إذا أزيلت تلك الطبقة بتلك رقيقة الألومنيوم مثلاً، يصادف كيميائياً مثل كلوريد الزئبق، فالألومنيوم المعرض حينئذٍ شديد التفاعلية.

توقع السوديوم

عالي في سلسلة التفاعلية، لذا فهو يُشكّل مركبات مستقرة جداً. فللاستخراج فلز السوديوم يلجأ إلى كهارة كلوريد السوديوم المصهور، وهي طريقة شديدة الفعول لكن باعطة التكلفة.

يقع النحاس في القسم السفلي من سلسلة التفاعلية لذا يتطلب طاقة أقل لاستخراجه. فيمكن الحصول على النحاس بإحدى طريقتين:

يقع الذهب في أسفل سلسلة التفاعلية وهو عديم الفاعلية. لذا يوجد في الطبيعة نقياً.

سلسلة التفاعلية

تُبنى سلسلة التفاعلية هذه ترتيباً فاعليةً الفلزات المختلفة فالفلزات في أعلاها، كالصوديوم والبوتاسيوم، تتفاعل بشدة مع الهواء. بينما الفلزات في أسفلها، كالفضة والذهب، فلا تتفاعل مع الهواء. ولا تتأثر به. أما فلزات الوسط، كالحديد والخارصين، فتتفاعل مع الهواء ببطء شديد. وتعد طريقة استخراج الفلز من خاماته على موقعه في سلسلة التفاعلية.

البوتاسيوم
الصوديوم
الكالسيوم
المغنسيوم
الألومنيوم
الخارصين
الحديد
الزئبق
النحاس
الذهب



تفاعل الفضة والنحاس في المحلول



محلولة نترات الفضة يتكون محلول نترات النحاس الأزرق

الإزاحة

إذا أسقطت قطعة نحاس في محلول نترات الفضة، فالفلزات (النحاس والفضة) سيتنافسان على أيونات النترات. وحيث إن النحاس أعلى من الفضة في سلسلة التفاعلية، فيفقدونه «يتزاح» أيونات النترات من الفضة. والنتيجة تكون محلول أزرق من نترات النحاس وتشكّل إبرة من فلز الفضة فيه. ويدعى هذا تفاعل إزاحة. إذ أزاح النحاس الفضة من المحلول.

تاريخ الفلزات

استُخدم الفلزات جاء متأخراً في التاريخ. فالإنسان القديم استخدم المعادن والحجارة والخشب لأدواته. الفلزات المتواجدة حرة في الطبيعة كالنحاس والفضة والذهب (والواقعة في أسفل سلسلة التفاعلية) تم اكتشافها بسهولة، وكانت أولى الفلزات التي استُخدمتها الإنسان. وحوالي سنة ٢٠٠٠ ق.م. تمكن الإنسان القديم من استخراج الحديد، الأكثر فاعليةً، من خاماته بالحرارة. وبذلك بدأ عصر الحديد. أما الألومنيوم فهو فلزٌ مُتوافرٌ في القشرة الأرضية لكنه شديد التفاعلية. فلم يتم استخراجه عملياً إلا في القرن التاسع عشر.

بلفاء حديد من عصر الحديد.

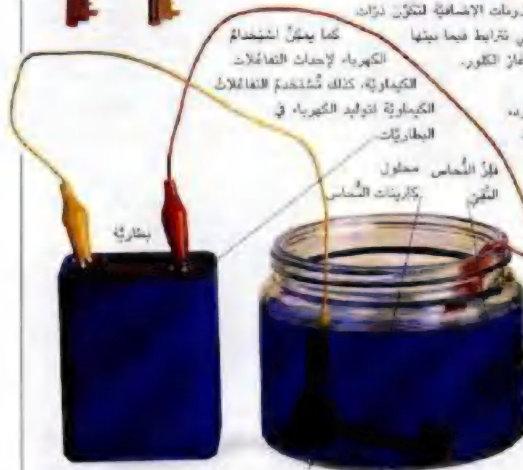
الكهرلة (التحليل بالكهرباء)

الكهرلة (التحليل بالكهرباء) هي عملية تحليل مركب ما إلى أجزائه بالكهرباء، ولإنجاح هذه العملية يجب أن يكون المركب موصلاً للكهرباء - إما مَصهوراً أو محلولاً - وأن يحوي أيونات طليقة الحركة ذات شحنات كهربائية. ويوضع مُتريان فلزيان، أو كربونتان، يُعرفان بالإنكترودين، في المادة المراد كهرلها، وتُدعى الكهرل (الإلكتروليت). عند وصل الإنكترودين بالبطارية تسري الكهرباء عبر السائل، فتتحرك أيونات المركب الموجبة الشحنة نحو الإنكترود السالب (المهبط أو الكاثود)، وتتحرك الأيونات السالبة الشحنة نحو الإنكترود الموجب (المصعد أو الأنود). وهكذا يتحلل المركب إلى جزئين.



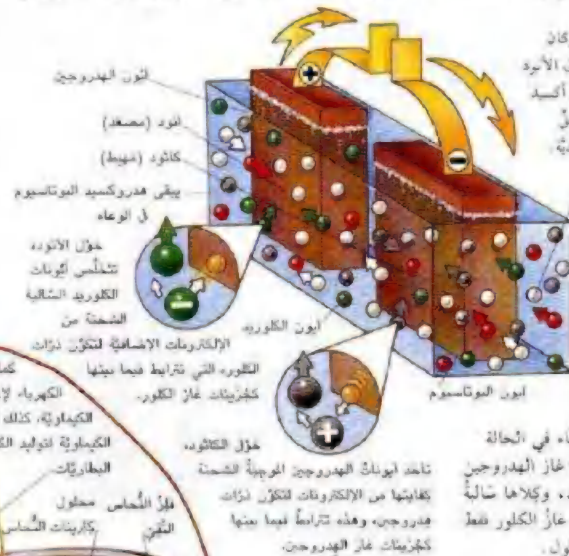
التفنية بالكهرلة

تُستخدم الكهرلة (التحليل بالكهرباء) في تنقية الشحاس المشوب، وتُعرف هذه الطريقة بالتنقية الكهرلية. تُجتمعت الأتود من الشحاس المشوب، والكاثود (المهبط) مصنوعة من الشحاس النقي في جهل من محلول كبريتات الشحاس. عند إمرار الكهرباء في المحلول، ينتقل الشحاس النقي من الشحاس المشوب إلى صفيحة الشحاس النقي، وتترسب الشوائب في القاع.



يُؤدّر المفاتيح ليطلى بالفضة

لمزيد من المعلومات انظر
الترابط الكيميائي ص ٢٨
المحاليل ص ٦١
بأسئلة التفاعلات ص ٦٦
الشحاس ص ٨٦
الخلايا والبطاريات ص ١٥٠
حقائق ومعلومات ص ٢٠٤



الطلاء بالكهرباء

إطلاء جسم ما، كمنفذ مثلاً، بطبقة فلزية رقيقة كهربائية يُسمّى هذا الجسم كاثوداً، والأتود قطعة نية من فلز الطلاء كالتحاس. فيما يحوي الكهرل مركباً من هذا الفلز ككبريتات الشحاس مثلاً. عند إمرار التيار الكهربائي، تتحرك أيونات الفلز غير المحلول وترسب على السطح، وبالعطية نفسها تُنقى السطح. فلذلك يطلاء صناع الفولاذ بالتصدير كهربائياً.

الماء

عند إمرار الكهرباء في الماء (هـ - أ)، يتكوّن غاز الهيدروجين حول الكاثود وغاز الأكسجين حول الأنود. وحيث إن الماء يحوي ذرتين من الهيدروجين لكل ذرة واحدة من الأكسجين، فلأن شحَم الهيدروجين الناتج يكون ضعف شحَم الأكسجين.



الأتود

إذا أُمر تيار كهربائي في محلول حامضي، وكان الأتود من الألمنيوم، يتكوّن الأكسجين حول الأتود ويتفاعل مع الألمنيوم مكوناً طبقة واقية من أكسيد الألمنيوم، وتُعرف هذه بالأتود. وتُعدّ رقائق الألمنيوم المطلية بصبغ هذه الطبقة الأكسيدية.

الأيونات المتحركة

عند إمرار الكهرباء في محلول كلوريد البوتاسيوم (يوكل) في الماء (هـ أ)، يتحلل لا كلوريد البوتاسيوم فقط بل الماء أيضاً. وذلك لأنّ كلا أيونات البوتاسيوم وأيونات الهيدروجين، وكلاهما موجبة الشحنة، تتجه نحو الكاثود. وربما أن البوتاسيوم الشديد التفاعلية يُفقد في الحالة الأيونية، فله يبقى في المحلول ويتنغّ غاز الهيدروجين فقط. أمّا أيونات الكلوريد والهيدروكسيد، وكلاهما سالبة الشحنة، فتتجه إلى الأنود. حيث يتنغّ غاز الكلور فقط فيما يبقى أيونات الهيدروكسيد في المحلول.

هيمفري ديفي

اشتهر هيمفري ديفي (١٧٧٨-١٨٢٩)، الكيميائي الإنكليزي، باختراعه وصياح الأمان للشغادين الذي يحمل اسمه، لكنه كان أيضاً من أوائل مُستخري التحليل بالكهرباء. فقد اكتشف الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وعدداً آخر من الفلزات بواسطة فصلها عن مركباتها بالكهرلة. وفي عام ١٨١٣، عُيّن ديفي مُساعداً له اسمه ما يكل فارادي فتابع هذا أعمال ديفي وأصبح من مشاهير العلماء فيما بعد.



التشقق الحامضي
من شقق الأيون
الهيدروجيني (هـ)

الحَوَامِض (الحموض)

لغالب قوة الحوامض والقوتات بتشتيق العلماء شلّم الأيون الهيدروجيني (هـ) الذي
عده من ١ إلى ١٤. وكلما ازدادت أيونات الهيدروجين في المحلول تزداد قُوته
الحامضية، وينخفض أشه الهيدروجيني (هـ)، الذي هو لئكن الحوامض أقل من ٧.

٧ (مُعْتَدِل)

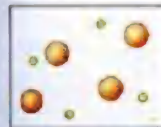


حوامض

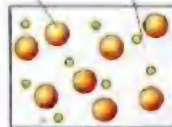
ضعيفة (هـ عالي)

تحوي الحامضيات كاليومون
والترتقال حامض الليومون، وهو
حامض ضعيف، أشه الهيدروجيني
(هـ) عالي نوعًا، لكنّه دون الـ ٧.

أيون هيدروجين
أيون سالب



حامض قوي مُخَفَّف



حامض قوي مُرَكَّز

الحوامض الضعيفة

بعض الحوامض ضعيف، كحامض الليومون الموجود في
اليومون والترتقال، فعندما تذاب هذه في الماء، يتفكك عدد
قليل جدًا من جزيئاتها ليُكوّن أيونات الهيدروجين. يمكنك
تركيز محاليل الحوامض الضعيفة بإزالة الماء منها، كما
يمكنك تخفيفها بإضافة الماء إليها. إنّ محلولًا مُرَكَّزًا جدًا
لحامض ضعيف قد يكون له الأُس الهيدروجيني (هـ) دالّ
لحامض قوي مُخَفَّف جدًا.

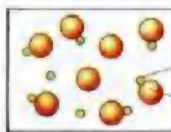


حامض التَمْلِيك

حامض اليتاينيك أو حامض التَمْلِيك، يُنتجه التملّ القارص
وتبات القُرْبَص طبعًا. فدينا، كان حامض التمليك
يُحضر بإغلاء التمل في قدر كبيرة؛ أمّا اليوم، فيمكن
تخليقه من كيماويات أخرى. ويُستخدم هذا الحامض
لحفظ القلف الأخضر في أعرانه وفي صِناعة الورق والنسيج.



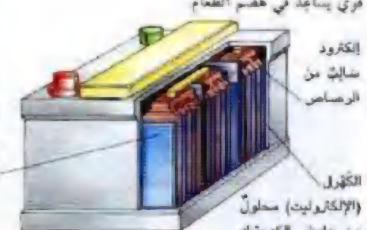
حامض ضعيف مُخَفَّف



حامض ضعيف مُرَكَّز

أيون هيدروجيني
أيون سالب

الكثود
شوجت من
أكسيد
الرصاص



حُمُوض قُوته (هـ) خفيض

الحُمُوض المُستخدَمة في المختبر،
كحامض الكبريتيك، حوامض قُوته دالّ
أُس هيدروجيني (هـ) خفيض، وحض
الهيدروكلوريك في بيدينا هو حامض
قوي يُساعد في هضم الطعام.

المرَكَمُ الحَمَضِي الرُّصَاصِي

الحوامض القويّة الكتروليتات (كهارل أو سوازل
مُؤسّلة للكهرباء) جيّدة - وذلك لأنّها تنفكك في
الماء بالتكامل إلى أيونات هيدروجين شوجيّة
وأيونات أخرى سالبة. وهذه الأيونات دالّ
الشحنات الكهربائيّة يمكنها نقل التيار الكهربائيّ
في المراكم الحمضيّة الرُّصَاصيّة المُستخدَمة في
السيّارات لِتُعملُ حامض الكبريتيك كالكتروليت،
وتعمل الصفائح الرُّصَاصيّة كالكثودات. هذه
المراكم (أو البطاريات) تُنتج الطاقة لبدء
تشغيل مُحرّك السيّارة.



يتكوّن الحمار إذا
هبط هـ دالّ دون
٦.٠
يتكوّن السمك إذا
هبط هـ دالّ دون
٧.٠
يتكوّن السمك التروّث
إذا هبط هـ دالّ دون
٨.٠
يتكوّن الضفدع
إذا هبط هـ دالّ دون
٩.٠

إضرام أوراق الخشب

أوراق الخشب الجاهزة ناصعة البياض، بينما تحول أوراق الخشب الخفيف إلى الطفرة السبب هو أن الورق يحتوي كميات ضئيلة من الخشب، وهذه على مدى السنين تتفاعل بشيء شديد مع الألياف السليلوزية فتتغير، ويحول لون الورق من البياض إلى الطفرة. إن ضوء الشمس يسرع هذا التفاعل، وقد يميل لون الورق إلى البني ويصبح قبيحاً سريع التلف.

الحامض مع الكربونات

إذا أضفنا حملاً (حامض الخليك) إلى كميات من بيكربونات الصودا في قارورة ذات سداز بلين، يحصل على الفور تفاعل أزرق يمتد في الحامض البيكربونات وينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون. ويتزايد كمية الغاز المتجشع في القارورة يرتفع ضغطه فيقف السداد الفليني بقوة ورفعة. إن تفاعل الحوامض مع الكربونات (والإطلاق ثاني أكسيد الكربون) هو من خواص الحوامض المميزة. ويستأخذ من هذا التفاعل في المطبخ. فمسحوق الخبز هو مزيج من زبدة الطرطير (ملح مؤلف لحامض الطرطير) وبيكربونات الصودا. وهذان في الماء يُنتجان ثاني أكسيد الكربون الذي يُنتفخ المُخبِبات.

التخليل

الحوامض نهكة للكائنات الحية، لذا يمكن استخدامها لحفظ العديد من المواد كالبصل والشمندر والملح وغيرها في الخل (حامض الخليك)، ويعرف هذا بالتخليل. فالحوامض بقتل كافة الكائنات الحية البهيرة في محلول التخليل يحفظ الأطعمة من الفساد. وقد استخدم التخليل على نطاق واسع قبل اختراع أجهزة التبريد.

لمزيد من المعلومات انظر

- التراث الكيميائي ص ٢٨
- الهيدروجين ص ١٧
- المحاليل ص ٦٠
- الفلزيات والوقود ص ٧٠
- قياس النضحية ص ٧٢
- الأملاح ص ٧٣
- حامض الكبريتيك ص ٨٩
- الخلايا والبطاريات ص ١٥٠

ينطلق السداد الفليني من القارورة متعلقاً بغاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تفاعل الخل مع بيكربونات الصودا.



ملع خلّات الصوديوم يعلو في القارورة

الرّمّ التحليلي

الحوامض تدو غالباً عذبة اللون كالماء، لكنها أقاله تُسبب حروقاً مبرحة. لذا تحمل الأوعية المستخدمة في نقل الحامض رموزاً تعرف بها ويُحذر من تحكورها. وهكذا يتعرف فريق الطوارئ طيعة الحامض وسبل التعامل مع ما برأى منه.



الحوامض في المطر

ماء المطر كان دوماً قليل الحمضية، لأن ثاني أكسيد الكربون في الهواء يذوب فيه لتكوّن حامض الكربونيك. غير أن حمضية المطر ازدادت كثيراً منذ أصبح معظم العالم مُصنعاً. فاحتراق الوقود الأحفوري كالفحم يُطلق ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الهواء. وهذه تتفاعل مع الماء في السحب لتكوّن حامض الكبريتيك وحامض النتريك. والمطر الحمضي يُهدد الكثير من المباني، وبخاصة السّناد منها بالحجارة الجيرية التي تتألف من كربونات الكالسيوم. وهذه تتحلل بالحوامض بسهولة لتنتج ثاني أكسيد الكربون.



فعل الحامض في الورق

حامض الكبريتيك المركز حتمش أكاذ جذاً، وهو عامل إنكاز شديد الفاعلية يزع الماء حتى من المركبات التي تحويه. فالورق يتألف من السليلوز، المادة النباتية المُرّبة من الكربون والهيدروجين والأكسجين. فعندما يتفاعل حامض الكبريتيك مع الورق، ينزع منه الماء (أي الهيدروجين والأكسجين)، تاركاً الكربون الأسود. وهكذا يبدو الورق كاله خرق.



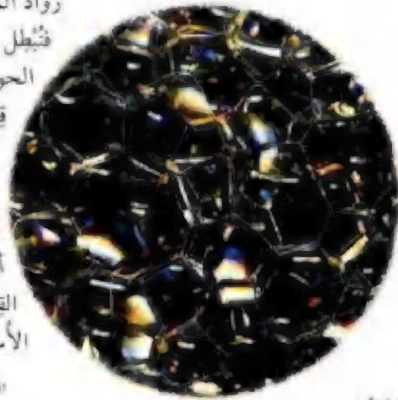
لا أحد يحرق الخل في وعاء علوي، لأن الخل يتفاعل حينئذ مع الوعاء بدلاً من تصدّد نشيخاً من غاز الهيدروجين. فالهيدروجين الذي هو من مكونات الحوامض جميعها يُحرّق منها عند التفاعل مع فلز ناشط. فعندما يُضرب حامض الهيدروكلوريك، مثلاً، على الخارصين (كثما أعلاه)، تنزّ فقاق الهيدروجين متعلّقة بنشبي بي. لأن الخارصين يُحلّ مُخلّ الهيدروجين في الحامض لتكوّن كلوريد الخارصين.

اكتشافات الحوامض

القرن الحادي عشر. تعرّف الكيميائيون العرب طرق تحضير حموض الكبريتيك والنتريك والهيدروكلوريك. ١٦٧٥ إرناتي الكيميائي الإيرلندي. روبرت بويل. خلطاً أن الحوامض تحوي شحيحات خامة تنس في فبوات الفلزات وتفسدها. ١٨٥٤ نُشر كتابات الكيميائي الفرنسي أروست لوريوت، معرفه أن الحوامض كلها تحوي الهيدروجين. ١٨٨٧ الكيميائي السويدي، سقارث أوييوس. يقول بأن جميع الحوامض تحوي أيونات الهيدروجين، وهذه الأيونات هي التي تُجيب الحوامض خضائصها الشّيرة.

القلويات والقواعد

رؤاؤ المروج عندما تلتصقهم تبتة القريص، يسرعون إلى مسح اللسعة بعشبة العرق المسهل، فتبطل بما فيها من قاعدة طبيعية مفعول الحامض في لسعة القريص. فالقواعد تبطل مفعول الحوامض، لأن القاعدة تعادل الحموضة كيميائياً. والقواعد الذوابة في الماء تسمى قلويات، وكلا النوعين (القواعد والقلويات) متواجداً حولنا في منظفات الأفران ومواد التلميع ومساحيق التخمير وأقراص غسر الهضم وفي اللعاب والطباشير. بعض القلويات كإبر وخطير جداً، كما الحوامض، يسبب ترشاشه على الجلد حروقاً شديدة. والقلويات تكون في الماء أيونات الهيدروكسيد (أه-)، التي تتفاعل مع أيونات الهيدروجين (ه+) في الحوامض فتبطل (أو تعادل) حمضيتها. وتقاس قوة القلي بعدد أيونات الهيدروكسيد التي يحدثها القلي في الماء، وتقاس هذه على سلم الأس الهيدروجيني (هس).



القلويات من الرماد



الغريون أخذوا كلمة 'قالي' من العربية بمعنى رماد. يتخذ من بعض النباتات - وكانت القلويات تصنع فيما مضى بحرق الخشب والنباتات الأخرى - ضخم قلوبات الصوديوم من حرق النباتات البحرية، وكربونات البوتاسيوم. يتل هذا النوع من البذرقات القلوية شجرة في الساعات والمسابك الإلكترونية.

القلويات مع الفلزات

عند صب محلول هيدروكسيد الصوديوم على قطع من فلز المعنسيوم، يحدث الهيدروجين، المنكوث من التفاعل أولاً شديداً، ويصير هيدروكسيد المعنسيوم في القابورة. وهذا المركب هو قوام لبن الخشب، الذي يتناوله الناس لتعاجة عثر الهضم - إذ تعادل الحامض الزائد في المعدة.

يتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع فلز المعنسيوم.



الموصلات القلوية

القلويات شوائب جيدة للكهرباء لأنها تتفكك في الماء لتكوّن الأيونات. ويستخدم القلي القوي هيدروكسيد البوتاسيوم في القابرة القلوية ليوصل الكهرباء بين الأقطاب.



الزهر السحري

محال القلويات المركزة آتاة تبيّن أن نشت حروفاً ضوئية. لذا تحلّل الأوعية المستعملة في تخزين القلويات أو ملأها علامة تحلّل من خطورتها.



الصابون

القلويات صابونية الحامض عندما تترك بين الأصابع وذلك لأنها تتفاعل مع زيوت الجلد وتترس برفاتها. يصنع الصابون بإعلاء القلوي الحيواني أو الزيت النباتي مع قلي قوي كهدروكسيد الصوديوم (ص أ هـ).

إلكترونات سالت من الخارصين إلكترونات من هيدروكسيد البوتاسيوم إلكترونات من أكسيد الزئبق



القلويات في الفضاء

استخدم رؤاؤ الفضاء في بعثات أبولو الصابون قليا هو هيدروكسيد الليثيوم لمعادلة تسببات ثاني أكسيد الكربون الخطرة التي كانوا يزفرونها. ويستخدم هذا النوع من المعادل أيضاً لإزالة ثاني أكسيد الكربون في البيئات المغلقة.

تقلل معالجة القلوي الحمضي

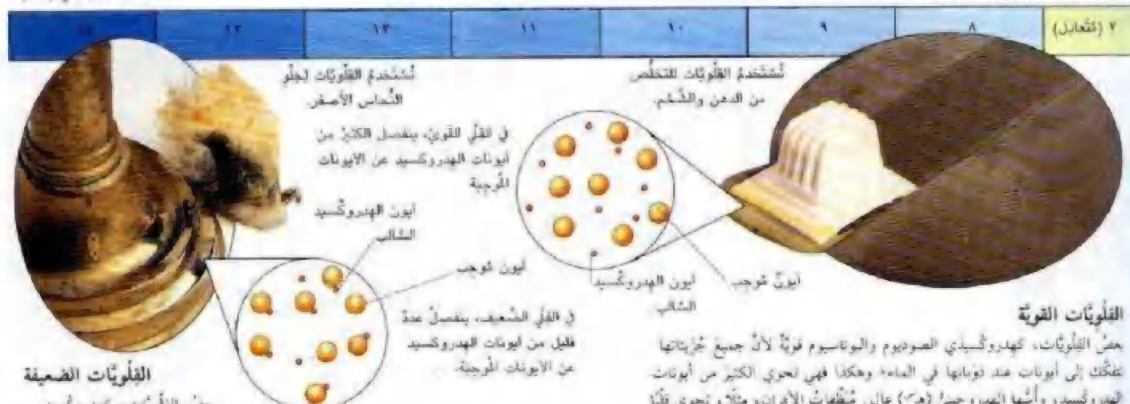
كربونات الكالسيوم

الأضداد البحرية والمرجان والطباشير والجير الجيري (الكلسي) والرخام كلها تتألف من كربونات الكالسيوم. وهذا المركب بالغ الأهمية في الصناعات الكيميائية لتصنيع الأسمنت والإسكاج والإسمنت والفولاذ كما يُحضر بإحماض أكسيد الكالسيوم (الجير النقي)، وبإضافة الماء إلى أكسيد الكالسيوم يتحد هيدروكسيد الكالسيوم (الجير المطفأ) الذي يستخدم لمعادلة الحوامض في موارد المياه. كذلك يُترج هيدروكسيد الكالسيوم مع الزئبق والماء لإشع الملائط.



الأسفُثُ القلويُّ من سُلم
الأسفُثُ الهيدروجيني (هـ-)

تُظهِرُ أزداد عدد الأيونات الهيدروكسيد في محلول قلوي، تزداد قُوَّةُ ويرتفع
أسفُثُ الهيدروجيني (هـ-). وهذا الأسفُثُ أكثر من ٧ لجميع القلويات.



القلويات الضعيفة

بعض القلويات، كهدروكسيد الأمونيوم ويتركب أيونات الصودا، ضعيفة لأن القليل من جزيئاتها فقط يتفكك إلى أيونات في محلولها المائي، إذا لم يكن محلولاً من أيونات الهيدروكسيد، وأسفُثُ الهيدروجيني (هـ-) خفيف، مُنْقَلَبُ الشحْم الأصفر محلولاً في قُوَّةٍ ضعيفة، وهو يعمل ليحل طبقة الأكسيد التي تملأ سطح النحاس عندما يُترَك مُتْرَافاً للهواء.

إضافة الكلس إلى الحقل والحيارات

تزداد حموضة التربة والحيارات بالنظر التحضبي، وهذه الحموضة الزائدة تُزيل بعض المغذيات الأساسية من التربة؛ لذا يلجأ المزارعون إلى مسحوق الكلس (هيدروكسيد الكالسيوم) يتركبه في حقولهم. فالكلس قاعدة قوية تُبَيِّلُ فعمل الحموضة في التربة؛ كذلك تُخَفِّضُ حمضية مياه



مزارع يُعالج حقله بالكلس

الحيارات بإضافة الكلس إليها. إن إضافة الكلس تبيِّنُ تُخَفِّضُ القُحْرُ الناتج عن المطر الحمضي في الحقول والحيارات، لكنه لا يُعالج مُشكلات القلويات.

التعادل

يحدث تعادل في كل مرة يتفاعل فيها حامض مع قاعدة ليُكوِّن الماء مع مُرَكَّب آخر يُسمَّى ملحاً. ويُستفاد من هذا التفاعل في معالجة بعض سُعَات الحيوانات والنبات. فإذا سُعِكَ رُشَّور مُبَكِّكُ إبطالُ فعل المُسْعَةِ القلوية بواسطة حامض كحمض الليمون أو الخل. أما إذا سُعِكَ نَحْلَةُ أو نَمْلَةٌ فيمكنك إبطالُ فعل المُسْعَةِ الحامضية بواسطة قلوي كبيكربونات الصودا. أما سُعَةِ القُرْصِ الحامضية فيمكن مُعَالَجَتُهَا بالذَّكَ بِزُرْق عُشْبَةِ البُرْقِ المُسَهِّلِ القلوية.

القلويات في وِثَا الطاعون

في القرن السابع عشر مرَّضَ الطاعون مدينة لندن في إنكلترا قتل قرابة ٨٠٠٠٠ نسمة عام ١٦٦٥. وكانت الحُثَّةُ تُدفن في مطابخ جماعية وتُغلى بالكلس (الجير الحار)، وهو قلوي قوي، لتسريع انحلالها.



لزيد من المعلومات أنظر
الترايبُ الكيمائي ص ٢٨
المحافل ص ٦٠
الحوامض ص ٦٨
قياس الحمضية ص ٧٢
الإصلاح ص ٧٣
صناعة القلويات ص ٩٤

القلويات القوية

بعض القلويات، كهدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم قوية لأن جميع جزيئاتها تتفكك إلى أيونات عند ذوبانها في الماء. وهكذا فهي تحوي الكثير من أيونات الهيدروكسيد، وأسفُثُ الهيدروجيني (هـ-) عالي، مُنْقَلَبُ الأفران، مثلاً، تحوي قلوية أكالة هو هيدروكسيد الصوديوم الذي يتفاعل مع الترسبات الدهنية المحروقة المتكثبة على جدران الفرن، خلال عملية الطبخ فيزِيلُهَا.



لشعة التلعة مُزَلَّةٌ لأنها تحوي حامضاً ويمكن إبطالُ فَعُولِهَا بواسطة قلوي كالصابون.



مُطَرِّفُ شَحْرٍ
لشعة تلعة

لشعة الرُشَّور مُزَلَّةٌ لأنها تحوي قلوية، ويمكن إبطالُ فَعُولِهَا بواسطة حامض كالخل.



مطفأة الحريق

تعمل بعض مطافئ الحريق باستخدام تفاعل التعادل بين حامض وقاعدة. فهي تحوي حمض الكبريتيك وبيكربونات الصودا اللذين يمتزجان ويتفاعلان عندما تُقَلَّبُ المطفأة وأُشَا على عقب لِتُنتِجَ الماءَ وعازِلَ ثاني أكسيد الكربون. ويدفع ضغط الغاز رَافِعَةً سائِلَةً وفقايق ثاني أكسيد الكربون من مَنَّتِ المطفأة.

التفاعل الأتاني للحامض مع القلوي يدفع الغازات عَظِيمَ الضغط لامتصاص الحريق.



قياس الحمضية



هل لاحظت التغير الخفيف في لون الشاي عند إضافة قطعة ليمون إليه؟ فالشاي في هذه الحالة يعمل ككاشف كيميائي مبيّن أن الليمون قد زاد الحمضية. وتستخدم بعض الكيماويات الملونة بالطريقة نفسها لتعيين المحلول الحمضي من القلوي. ويدعى المقياس النسبي لحمضية المحلول أو قلوئيه هـ (اختصاراً للأس أو الرقم الهيدروجيني)، وهو مُدرج سلمياً من ١ إلى ١٤، تبعاً لعدد أيونات الهيدروجين في المحلول. فإذا كان هـ = ١، فالمحلول يحوي الكثير جداً من أيونات الهيدروجين، وهو حمض قوي. وإذا كان هـ = ١٤، فالمحلول يحوي القليل جداً من أيونات الهيدروجين، وهو قلوي قوي. أما المحاليل المتعادلة فالأس الهيدروجيني لها هـ = ٧.

الكواشف

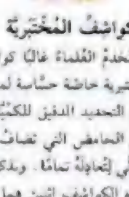
هناك العديد من الكواشف التي تُبين حمضية المحلول أو قلوئيه. ولعل أجدها حديثاً مزيج من الأصباغ يُعرف بالكاشف العام، يتغير لونه على مدى سلم الأس الهيدروجيني قُلّه من الأحمر هـ = ١ (للمحاض القوي جداً) إلى الأزرق هـ = ١٤ (للقلوي القوي جداً). ويمكن استخدام الأصباغ المستخرجة من الفواكه والخضار، كالإحماض والبصل وفصيص الملفوف الأحمر، مثلاً، يتغير من الأحمر في حامض قوي، مروراً بالقرنفل إلى الأزرق ثم الأخضر في قلوي قوي.



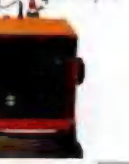
الفينولفثالين قرنفلي
عامق فوق هـ ٩.٥



الفينولفثالين عديم
اللون تحت هـ ٩.٥



هذه الكواشف اثنين هما
ثرفنالي المشل والفينولفثالين اللذان
يعبران للألوان عند قيم بالغة الدقة
للأس الهيدروجيني

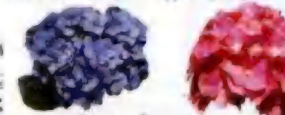


اللون تحت هـ ٩.٥

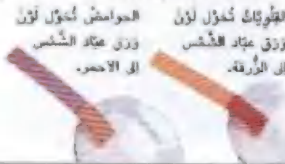


حموضة التربة

الأس الهيدروجيني (هـ) لتربة مهم للمزارعين فبعض النباتات تنمو فقط في مدى محدد من هـ. فالمساطر الكلسية ذات تربة قلوئيه عامة (هـ من ٧ إلى ٧.٥). أما المناطق الرطبة والمُسالبة السبخة والمُحلاة فهي عادة ذات تربة حمضية (هـ من ٦.٥ إلى ٧). نبات الطلح مثلاً، يَألف التربة الحمضية، لذا نجده يغطي الأراضي البرية السبخة غالباً. زهور الأوركيدية زهور الأوركيدية في حموضة في التربة القلوئيه. التربة المشبعة زرقاء.



بعض النباتات هي كواشف طبيعية، فالون زهر الأوركيدية يُعدّل حمضية التربة أو قلوئيتها. ويصعب عادة الشمس تآكلت معروف تحصل عليه من نبات أشنة الصبارين. لون عباد الشمس أحمر في الحوامض وأزرق في القلوئيات.



الفلوئيات تحول لون
ورق عباد الشمس
إلى الأزرق.

يجب شارة محاليل العكسات للأصبة والفنن كيلا يتغير الأس الهيدروجيني لسوائل الجسم.

العوامل الدارة

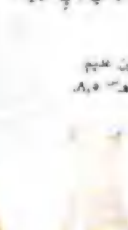
أحياناً لا تريد تغير هـ للمحلول. ففي الجسم، مثلاً، تحصل مُعظم التفاعلات ضمن مدى ضيق للأس الهيدروجيني. إن تغيراً بمقدار ٠.٥ في هـ الدم قد يؤدي إلى الموت، ولتجنب ذلك يُنصح الجسم مواداً دارة تعادل أي تغيرات حمضية أو قلوئيه يُقبل هـ الدم ثابتاً. وللأسبب قه، يجب أن تُدرج الحُفّن الوريديّة بعناية بالغة.



ثرفنالي المشل أحمر
تحت هـ ٣



ثرفنالي المشل أصفر فوق هـ ٨



ثرفنالي المشل أزرق فوق هـ ٨

مقياس الأس الهيدروجيني

يمكن قياس الأس الهيدروجيني لمحلول ما بدقة بمقياس هـ. وتستخدم هذا الجهاز (الكتروود) لقياس تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، وتعرض قيم هـ للمحلول رقمياً، أو بواسطة إبرة على مقياس مُدرج.



لمزيد من المعلومات انظر
التراكيب الكيماوي ص ٢٨
الهيدروجين ص ٤٧
التفاعلات العكوسة ص ٥٤
المحاليل ص ٦٠
التحليل الكيماوي ص ٦٢
الحوامض ص ٦٨
التعليقات والقواعد ص ٧٠

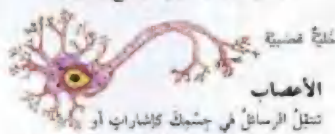
الأملاح

مياه البحر مالحة لأن الأملاح في غالبيتها ذرّات في الماء، فتحملها الأنهار من اليابسة إلى البحر حيث يتزايد تركيزها فيه على مدى الدور (لأن الماء المتبخر لا يحوي ملحًا). الأملاح كثيرة جدًا ومتعددة الأنواع، وما ملح الطعام إلا واحد منها. وهي في الواقع كيماويات مفيدة واسعة الاستعمالات تشمل الأدوية والجبن والبارود والطباشير وخصب الدهانات ومبيدات الحشرات والأسمدة وسواها. والملح، كيماويًا، مركّب من فلز (أو شقّ فلزيّ) ولا فلز (أو شقّ لافلزيّ)، مترابطين معًا برابط أيونيّ، يتولّد من تفاعل حامض مع فلز أو قاعدة. وتشكّل الأملاح بلّورات جميلة في كثير من الحالات.



أملاح الجسم

لعلك قد أدركت طعم الشلحة في عرقك مرّات عديدة؛ فانت كلما تعرفت فقد بعض الملح من جسمك. والملح مادة حيويّة لقيام الجسم بوظائفه على الوجه الصحيح؛ وقد أدركت قد يؤدّي إلى التشنج والانهيار. لذا ينصح الأطباء المسافرين إلى بلاد حارّة بأخذ أقراص ملحيّة لتعويض ما يفقدونه من الأملاح بالتعرق.



الأعصاب

تنقل الرسائل في جسمك كإشارات أو دقّات كهربائيّة على طول الألياف العصبيّة. وتعتبر هذه الإشارات الناجمة عن لاهتين بواسطة أيونات البوتاسيوم والصوديوم المتواجدة في سائل الخلايا. هذه الأيونات الحيويّة تضخّمها الأملاح التي تتناولها في طعامك.



بلّورات
كبريتات
النحاس
الزرقاء

الأسرّ المملّحة

في ملح ماء، تملح كبريتات النحاس، يأتي الشلّ القلبيّ (النحاس) من القاعدة (أكسيد النحاس) والشلّ اللافلزيّ (الكبريتات) من الحامض (حامض الكبريتيك). وهكذا فإن لكلّ حامض أسرة من الأملاح - فحامض الكبريتيك يتّحد الكبريتات، وحامض الشريك يتكوّن الشرات، إلخ. وتكلّف قاعدة أيضًا أسرة من الأملاح. فأكسيد النحاس مثلاً، يتّحد دائماً أملاح النحاس.

لمزيد من المعلومات انظر

- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- البلّورات ص ٣٠
- التركيّبات والعزيميات ص ٥٨
- المحاليل ص ٦٠
- الحوامض ص ٦٨
- الفلّويات والقواعد ص ٧٠

يتألّف ملح الطعام من
أيونات الصوديوم
(ص) وأيونات
الكلوريد (كل).



الأيونات

تتألّف الأملاح جميعها من أيونات. وهذا ما يجعلها ذرّات في الماء ويجعل محاليلها موصّلة للكهرباء. والأملاح عادةً ذات نقطة انصهار عالية لأنّ روابطها الأيونية قويّة.

حامض الكبريتيك
المُخلّف

تبدأ بلّورات كبريتات النحاس الدقيقة
بالظهور مع تسخين ماء المحلول بالحرارة.



حاروق
بقرن

الحرارة
المولدة من
حاروق بقرن
تسخّن الماء من المحلول
تاركاً الملح في التوتة.

الأملاح الطبيعيّة

يتألّف معظم المعادن والخامات من الأملاح؛ فمها مثلاً، الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم) والجبن (كبريتات الكالسيوم) والفلوريت (فلوريد الكالسيوم). وتشكّل جميع الأملاح بلّورات جميلة إذا ما توافرت لها ظروف النماء المثاليّة.



بلّورة
فلوريت



كيف تُحضّر ملحاً

تُحضّر الأملاح بتفاعل حامض مع قاعدة لتكوين ملح وماء. فإذا أخذنا مزيج من أكسيد النحاس الأسود (قاعدة) مع حامض الكبريتيك المُخلّف، ينتج محلول أزرق. في هذا التفاعل تعادل القاعدة الحامض وينتج ملح ذرّات هو كبريتات النحاس. وعند تسخين المحلول بالتسخين نحصل على بلّورات كبريتات النحاس الزرقاء.

يؤدّي الحامض إلى
هذا التنظيف؛ يؤدّي ملحا
ذوأيّ في عسير البصير
الحامض.

لحامض تليق اللون



ملح نحاسي

يتفاعل النحاس بسهولة مع أكسجين الهواء، فيكتسب لونه بطيخ رقيق من أكسيد النحاس ثقيله بريقه. عند خلط النحاس المُكتسب ببعض الليون الحامض (حامض الشريك) يتفاعل الحامض مع أكسيد النحاس (قاعدة) ليكوّن ملحاً ذوائاً (شرات النحاس) وماء. ويكوّن هذا الملح في الماء، يعرف النحاس نظيفاً وبريقاً.

كيمياء الهواء

الهواء الحيوي اللامرئي الذي يحيط بنا على الدوام هو مزيج من غازات مختلفة يؤلف التروجين والأكسجين ٩٩٪ منها. ويُسهم الإنسان باستمرار عن طريق التنفس والأنشطة الصناعية المختلفة في تغيير تركيب الهواء؛ وتعاذل النباتات بعض هذه التغيرات في عملية التخليق الضوئي. يشكل هواء الجو درعاً واقية تُرشح ضوء الشمس من الأشعة فوق البنفسجية المؤذية، وتسمح بمرور الأشعة المرئية والأشعة دون الحمراء التي تعتمد عليها كمصدر للضوء والحرارة؛ كما يعمل الهواء أيضاً كطبقة عازلة تمنع التذني أو الارتفاع الأقصى في درجة الحرارة. قلولا الهواء لكائنات الأرض كما القمر - حارة جداً نهاراً، وباردة جداً ليلاً.

ينحوي الهواء بمدة
غازات مختلفة
عديمة
اللون.



يؤلف التروجين ٧٨٪
من حجم الهواء.



لا يمكن استخدام
السيارات العاملة
بالبترين على
سطح القمر، لذا
استخدم رواد القمر
سيارة كهربائية على
سطحه.

يؤلف الأكسجين
٢١٪ من الهواء
(بالحجم).



يؤلف الأرجون
٠,٩٪ من الهواء.



يؤلف الكثافات الصغيرة من
الغازات الأخرى ٠,٠٧٪ من الهواء.

يؤلف ثاني أكسيد الكربون
٠,٠٣٪ من الهواء.

الهواء عماد الحياة

تعتمد الحياة بخلاف
أشكالها على الهواء من
أجل البقاء، فالإنسان
يستخدم أكسجين الهواء

ليحول طعامه إلى طاقة، ويؤلف ثاني أكسيد
الكربون. وبالتالي في عملية التخليق الضوئي
تتحول ثاني أكسيد الكربون من الهواء إلى
أغذية، كالشعيرات، تحتاجها في عملية النمو.

تقطير تجزئتي للهواء

ينحوي الهواء بعض الغازات المهمة. وهذه يمكن فصلها بعملية
التقطير التجزيئي؛ فيُسبب الهواء بمرده إلى درجة حرارة خفيفة
جداً. ثم يترك ليُسحب، فتتغير الغازات غير متوافقة ويخرج كل
غاز على حدة لأن لكل منها درجة غليان مختلفة.



يؤلف التروجين على درجة -١٩٦°س. ويستخدم
في صناعة الاسمدة وحامض النتريك.

جودة الهواء

لقد تسمت الأنشطة البشرية
في تغيير تركيب الهواء.
مثلاً، قبل أن تأخذ
مستويات الكبريت في
الهواء بالارتفاع، قرابة
العام ١٦٠٠، لم يكن تنظف

الفضة ضرورياً. وقد حدث التغيرات الكبرى بعد الثورة الصناعية في القرن
التاسع عشر، حينما بدأ الناس يحرقون الوقود الكربوني على نطاق واسع. ونحن
نعلم أن ثاني أكسيد الكربون اليوم يؤلف نسبة أكبر من الهواء عما كانت عليه
سابقاً. فبين واجبنا جميعاً التحكم بمستويات التلوث المُنظف في الهواء لحماية
الحياة على سطح الأرض.



اكتشافات علمية

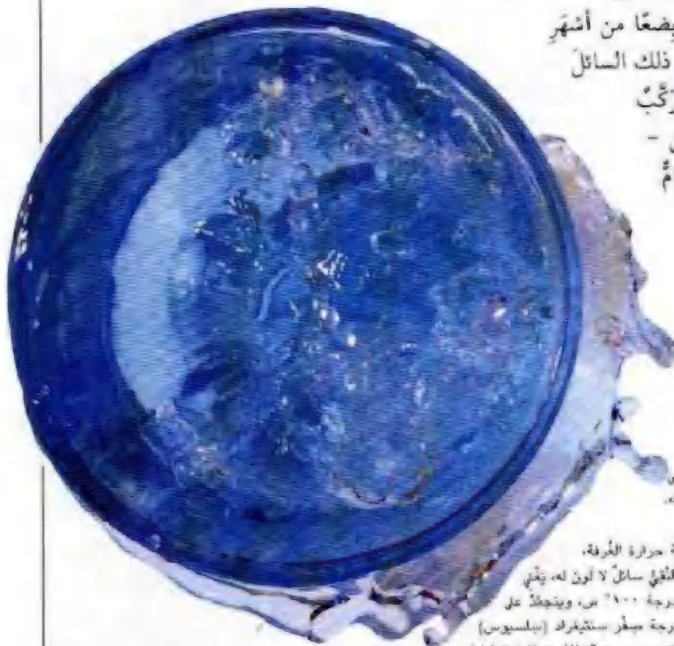


١٧٥٤ اكتشف الطبيب الاسكتلندي، جوزيف
بلاك، ثاني أكسيد الكربون في الهواء.
١٧٧٢ اكتشف الطبيب الاسكتلندي، دانيال
روافورد، التروجين في الهواء.
١٧٧٤-٧٩ جوزيف بريستي (البريطاني)
وأنطوان لامورزييه (الفرنسي) اكتشفا الأكسجين
في الهواء، مُستقلين.
١٨٩٢-٩٨ اكتشف العالمان البريطانيان، السير
وليم رامزي واللورد رالي، أن الهواء ينحوي
غازات خاملة.

لمزيد من المعلومات انظر

- التروجين ص ٤٢
- الأكسجين ص ٤٤
- الغازات السائلة ص ٤٨
- شوك الغازات ص ٥١
- المركبات والتجزيئات ص ٥٨
- الأكسدة والاختزال ص ٦٦
- التلوث الصناعي ص ١١٢
- النوع ص ٢٤٨

كيمياء الماء



لو طلبت إلى شخص عادي أو عالم مُتخصص أن يسمي بضعا من أشهر المواد وأهمها، لكان الماء في رأس هذه المواد رغم كونه ذلك السائل المُبتذل العديم اللون والطعم والرائحة. كيميائيا، الماء مركب يتألف جزيئته من ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين - فصيعته إذا هـ أ. وهو كيميائي ذووب الفاعلية ومُذيب عام جيد بحيث يكاد لا يوجد في حال النقاوة الكاملة مطلقا حتى في المطر. والماء بالغ الأهمية للكائنات الحية، فهو يُكوّن الجزء الأكبر من مادة جسم الإنسان - كما يحمل المغذيات إلى سائر خلاياه ويخلصه من فضلاته.

عدد الجزيئات في نقطة ماء واحدة أكثر من ملايين النجوم التي تُشاهد في السماء.

قد يصل محتوى الشخص الفيل من الماء 70٪، بينما هو في السمسم 5٪ فقط.

قوة ثقل وزن جسم الإنسان ماء.



تحتوي البطورة 90٪ من وزنها ماء.

ثقلني الماء فوق 70٪ من سطح الأرض.



خلل شكل لفشور الغلبة.

في درجة حرارة الغرفة، الماء السائل لا يكون له يقني على درجة ١٠٠°س، ويتجمد على درجة سبتر ستيفرك (سلسيوس) -١°س (متعاد).



الماء العسير

بعض المركبات الكيميائية المُذابة في الماء تجعله عسيرا لا يرفع فيه الصابون بسهولة، بل يكون رصاة بيضاء غثائية. وتسمى الماء على نوعين: غوث تسمى بيكربونات الكالسيوم والمغنسيوم ويمكن إزالته بالملح - حيث تتخزن البيكربونات الذرابة إلى «كربونات الكالسيوم» اللاذابة التي ترسب قشورا كثيفة في الغلايات، وتسمى دائم سببه كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم ويمكن إزالته بإمرار الماء عبر جهاز تيسير الماء الذي يُستبدل بأيونات الكالسيوم والمغنسيوم بأيونات الصوديوم.

الماء في الهواء

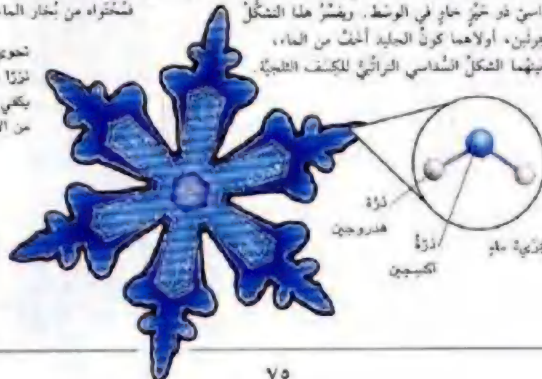
في يوم رطب، يحوي الهواء كمية كبيرة من بخار الماء (حوالي 2.0٪ من وزنه) والرطوبة النسبية هي مقياس لكمية الماء في الهواء. أما الهواء الجاف، فهو الصحاري، فتحتواه من بخار الماء تزد يسير.



تحتوي الصحاري نورا من الماء لا يكفي لعيش الكثير من الامم.

الماء الجامد

يختلف معظم المواد الأخرى. يتخذ الماء خلال تنوّه إلى جليد. بعدا لتضام جزيئات الماء لتكوّن الجليد تقدم ذرة هيدروجين من أحد الجزيئات إلى ذرة أكسجين في جزيء آخر، فتكوّن شكل سداسي ذو حتر حاد في الوسط. ويظهر هذا التشكل ظاهرين، أولاها كون الجليد أخف من الماء، وثانيهما الشكل السداسي الرائي للكشف العجيبة.



السنتين يكوّن بلورات كبريتات السحاب لونها الأزرق، والله يمد إلى البلورات البيضاء ذرفتها.



ماء التليور

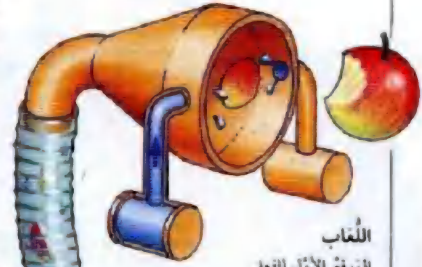
لحمي مركبات كثيرة جزيئات ماء مُختصة في بلوراتها. هنا الماء هو ماء التليور ويمكن نزعها بالإحساء. فإذا سُخّنت بلورات كبريتات السحاب الزرقاء لتكوّن ماء التليور ويتغير لونها. ولا تعود إلى هذه البلورات التليضية رؤفها إلا بإضافة الماء. وتستخدم هذه الظاهرة كيميائيا كاحتياي للكشف عن وجود الماء.

لزيد من المعلومات انظر

تغيرت الحالة من ٢٠
التراكيب الكيميائية من ٢٨
البلورات من ٣٠ ، المحاليل من ٦٠
الماء - معالجة وصناعة من ٨٣
الرطوبة من ٢٥٢
الثلج من ٢٦٦

كيمياء الجسم البشري

جسم الإنسان مصنع كيميائي مُنْقَل مُهِئاً لمعالجة مَوَادِّ الخام كالطعام والماء والأكسجين على الوجه الأكمل . بعد التغذية ، نمرُ هذه المَوَادِّ بسلسلة من التفاعلات الكيميائية المعقّدة ، تُعرف بالإستقلاب (أو الأيض) ، مُولِدة الطاقة التي يحتاجها الجسم للقيام بوظائفه . إحدى سلاسل هذه التفاعلات تفكّك جزيئات الطعام الكبيرة في عملية الهضم إلى جزيئات أصغر ، كالغلوكوز ، يُمكن سريانها إلى مجرى الدم . وينقل الدم الغلوكوز إلى الكبد حيث يُخزّن كوقود جُسماني . وفي عملية التنفس الخلوي تتبّع خلايا الجسم الطاقة من الوقود المُستل . أما الفضلات فتُنقل إلى نهاية خطّ التصنع البشري للتخلّص منها .



اللقاب

المرقّع الأوّل يفعل الكيميائي على الطعام هو الفم حيث يتدفّق اللعاب من الغدة اللعابية على الطعام فيمزج به خلال عملية المضغ . واللعاب مزيج مائي يحوي أنزيم الأميلاز الذي به يبدأ تفكيك النشا . ولما كان الأميلاز لا يعمل إلا في وسط قلويّ ، فإنّ اللعاب قلويّ لطيف نوعاً .

المعدة

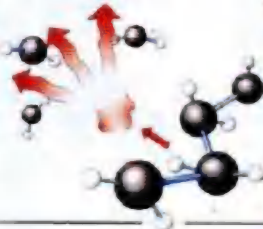
خال وصوتي الطعام إلى المعدة ، يبدأ تحليته مع عضارات النبتة النشبيّة من معدتها . وتحوي هذه العضارات حامضاً قوياً هو حمض الهيدروكلوريك وأنزيمات عديدة ، ويعمل الحمض على قتل الجراثيم في الطعام وتنشّط أنزيم البيرونيان ليوم تفكيك البيروتينات .

يُصنّع حمض الهيدروكلوريك في الغدّة المعدية بتفاعل كيميائي يُشبه فيه ثاني أكسيد الكربون والماء وعلج الطعام



الإستقلاب الهضمي (التغذية)

بعض التفاعلات الكيميائية في الجسم تولّد طاقة . فالتنفس مثلاً ، يُطلق طاقةً بتفكيك الغلوكوز إلى جزيئات أصغر . وهذه الطاقة لا تولّد نتيجة لتفكّك روابط الغلوكوز بل نتيجة لتكوّن روابط أقوى في الجزيئات الأصغر . وتدعى التفاعلات المطلقّة للطاقة تفاعلات تحرّضية . والعملية بكاملها الإستقلاب الهضمي .



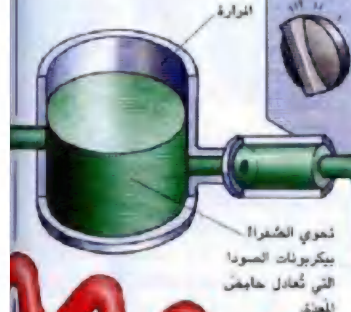
الإستقلاب البناء (الإنشاء)

التفاعلات الكيميائية التي تطوي على بناء تراكيب مُختلفة في الجسم هي تفاعلات إنشائيّة . وهي ، بخلاف التفاعلات التحليليّة ، تستهلك الطاقة ، ولا تبنّيها . وتستهلك هذه التفاعلات الطاقة اللازمة من جميع التفاعلات التحليليّة في الجسم . فتركيب بروتينات الدم مثلاً ، يطوي على بناء جزيئات كبيرة معقّدة من جزيئات بسيطة ، وما يستتقّد كمّيات كبيرة من الطاقة ، فهو إنّما تفاعل إنشائي والعملية نفسها تدعى البناء .

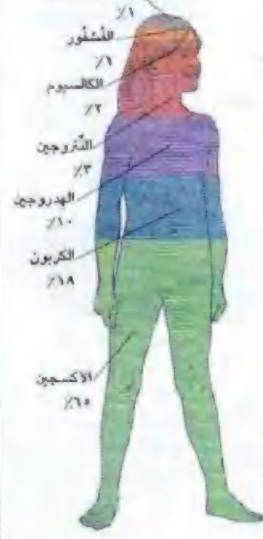
الغلوكوز أحد مُنتجات الهضم

يتلقّى الطعام في البعِيّ الدقيق ، عبر قناة الصفراء ، مزيّجاً فعّالاً من الكيمائيات هو الصفراء . وهي سائل من مُفرزات الكبد ، يُخزّن في كيس المرارة ، يُجوي أملاحاً قلويّة تُساعد في تحلّل الدهون . وتُستكمل عملية الهضم بأنزيمات من البنكرياس ومن جُدُران البعِيّ الدقيق . ويجري نقلّ الغلوكوز ، الذي هو أحد مُنتجات مُجمل هذه التفاعلات ، إلى الكبد .

بينما تفرّجها المعدة جاتّة في عضلاتها ، تعمل تغطّصات جدار المعدة كمنخلٍ لخلط الطعام وتحوّله إلى مائعٍ يُدعى الكليشوس .



العناصر الأخرى

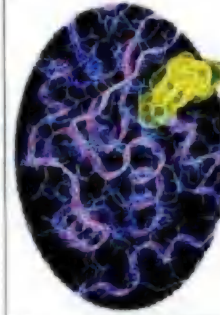


العناصر الكيميائية في الجسم

يتألف الجسم من عناصر كيميائية مختلفة ومتعددة. فالأكسجين والكربون والهيدروجين توجد بوفرة في الدهون والبروتينات والكربوهيدرات التي تتألف معظم النخبة الجسم. وتوجد التروجين في البروتينات، وتحوي العظام نسبة عالية من الكالسيوم والفوسفور. أما العناصر النادرة في الجسم فتشمل الحديد، الصوديوم، البوتاسيوم، النحاس، الماغنسيوم، المغنسيوم، اليود، الكلور، السيليكون والكبريت. وهي رغم نواحيها بكميات ضئيلة، ضرورية جداً للحفاظ على سلامة الجسم.

الأنزيمات

يسرع الكثير من التفاعلات الكيميائية في الجسم بخفازات متميزة هي الأنزيمات. يختص كل أنزيم منها بتفاعل معين. وهذه الأنزيمات قادرة بحدتها على التمييز حتى بين المتغيرات المشابهة، فلا تخطئ في علاجها. والأنزيمات خفازات سريعة وفعالة بشكل لافت. وبدونها كانت التفاعلات في أجسامنا من الظن بحيث نستحيل معها الحياة.



الدّم

تحوي كرات الدّم الحمر مركبة من البروتين والحديد تدعى الهيموغلوبين، وهو يتحد مع الأكسجين في الرئتين وينقله إلى سائر خلايا الجسم. وعند انطلاق الأكسجين من الدّم خلال عملية التنفس الخلوي، ينفذ البشري لونه الأحمر الزاهي ويصبح أزرقاً. وفي الوقت نفسه يُعادّل الهيموغلوبين ثاني أكسيد الكربون (فضالة الأكسدة) في خلايا الأنسجة ويحمله إلى الرئتين حيث يُفرّج إلى خارج الجسم.



الكبد

الكبد مخزن القدرة الكيميائية في الجسم. فهي تفرز الصفراء - السائل الهضمي الذي يساعد على الهضم. وتخزن الكبد الغلوكوز والليبيدات والمعادن، كما تُزيل شعوم الأدوية والتحول من الدّم. والتفاعلات التي تجري في الكبد معظمها من النوع الذي يطلق الحرارة، وهذه الحرارة تنتشر في الجسم بواسطة الدّم وتُدفّئنا.

التنفس

تتحول الطاقة المخزنة في الطعام إلى الطاقة اللازمة ليقوم الجسم بوظائفه في تفاعل كيميائي هو التنفس. ويحصل هذا التفاعل في كل خلية من الجسم بل في جميع الخلايا الحيّة في العالم إجمالاً. هنالك نوعان من التنفس: الهوائي واللاهوائي. والتنفس الهوائي يتطلب الأكسجين، ويُطلق الكثير من الطاقة.

الأكسجين + غلوكوز -> ثاني أكسيد الكربون + ماء + طاقة

البندقة المشتعلة تلتدّد حرارة وطاقة ضوئية، وهذا التفاعل يشبه التنفس الهوائي. ففي كلتا الحالتين، يُشدد الطعام مع الأكسجين لابتداء الطاقة. لكن لا تُطلق الطاقة داخل الجسم فجأةً كالقنب. بل تُطلق تدريجياً بشكل كيميائي.

التنفس اللاهوائي

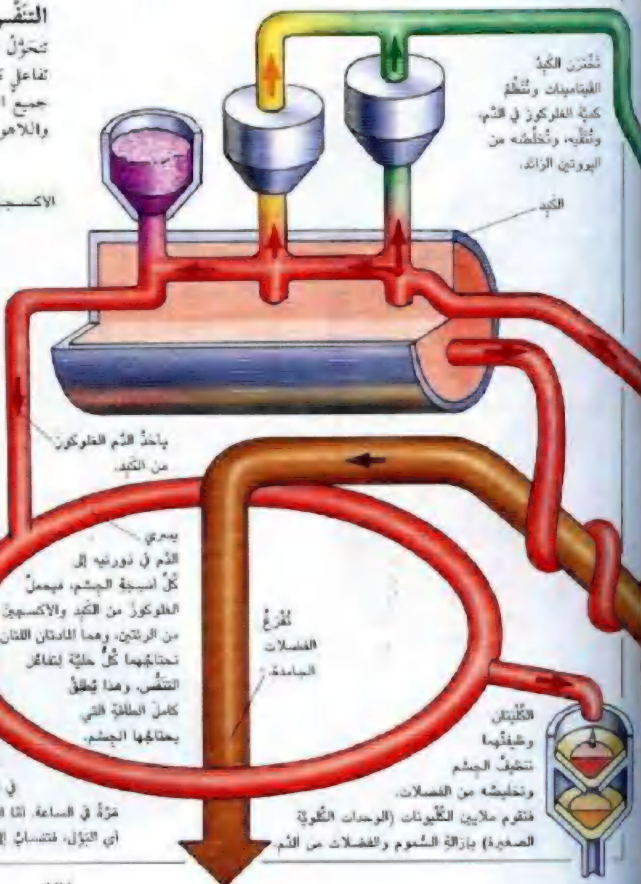
إذا وقضت بسرعة في سباق ماء، فإن عضلاتك لتستهلك الأكسجين بسرعة أكبر مما تستطيع إنتاجه. فتلجأ خلايا العضل عندئذٍ إلى التنفس اللاهوائي لتوفر لك طاقة إضافية. وهذا التفاعل لا يتطلب الأكسجين، لكنه يُنتج طاقة أقل مع حامض اللبّين.

غلوكوز -> حامض اللبّين + طاقة
يسبب حامض اللبّين لنا وتشنجاً في العضلات. لذا يأخذ الرياضيون انقاصاً عميقاً في نهاية السباق لإشباع الدم الكافي من الأكسجين والتخلص من حامض اللبّين.



لمزيد من المعلومات انظر

الحفازات ص ٥٦
كيمياء الأغذية ص ٧٨
الهضم ص ٢٤٥
التنفس الخلوي ص ٢٤٦
الدّم ص ٢٤٨
البيئة الباطنية (في الأحياء) ص ٣٥٠



كيمياء الأغذية

لعلّ عدد الكيمائيات في طعام تأكله يفوق ما يُمكن أن تجده في مختبر. والكثير من هذه الكيمائيات ضروري للحياة كالبروتينات والكربوهيدرات والألياف والدهون والفيتامينات والمعادن والماء؛ وجميعها من أساسيات الغذاء الصحي. هنالك أيضًا كيمائيات مُكهنّة للطعام وأخرى أزيد تلوّنه. ويُقدّر العلماء أنّ المادة الزيتية في قشرة الأرتقالة وحدها تحوي قرابة ٥٠ مركّبًا كيميائيًا مُختلفًا. عند طهي الطعام، تحدث تفاعلات تُغيّر من طبيعة تلك الكيمائيات. والواقع أنّ في الطبخ والكيمياء أمورًا عديدة مُشتركة؛ فالكثير من العمليات المُستخدمة في كليهما كالسخن والمزج والترشيح عمليات مُماثلة.

هذا نموذج من جزيئة البنزين المكوّن من الحلقة المكونة من ٦ ذرات من الكربون و٦ ذرات من الهيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين.



الببتا الكيمائية

الببتا في حقيقتها صحن من الكيمائيات مُغطّتها من المُعلّبات المُقدّمة. والنتيجة من الكيمائيات المُختلفة في الببتا ذات صبغة مُعلّبة جدًا. أنظر مثلا صبغة التريب السعدنة، أعلاه، التي تُكسب عذبة الرافقوش نكهتها المُستَعدة.

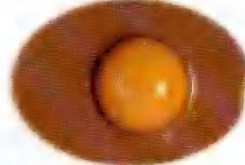


إختيار (الكشف عن) البروتين

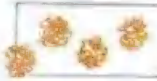
يُختبر العلماء الطعام للكشف عن وجود البروتينات بهزّ عيّنه في الماء وإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم المُخفف مُتوسّما بضعة قطرات من محلول كبريتات النحاس. فإنّ تغيّر لون المحلول من الأزرق الفاتح إلى الأرجواني الشاحب دلّ ذلك على وجود البروتين في الطعام.



البروتين غير موجود



سلاسل البروتين في بيضيه بيتا بيتا مُنظمة للوليه



بالسخن تبدأ سلاسل البروتين بالانحلال



وبالحالها تتناشئ السلاسل بعضها مع بعض فتكوّن شبكة جامدة.



إختيار (الكشف عن) الدهون

جزيئات الدهون شحنة تحوي الكربون والهيدروجين والأكسجين. وتتوافر الدهون في بعض الأغذية كالزيت والفسق والزيوت ويمكن الكشف عن الدهون في عيّنه غذائية برشها في الإيثانول الذي يذيب الدهون ويكوّن محلولًا صافيًا. ثم يُصب هذا المحلول في أنبوب إختيار يحوي القليل من الماء. وحيث إنّ الدهون لا تذوب في الماء فإن الماء يترسّب بفطرات الدهون الصغيرة إذا احتوت العيّنه.



الدهن غير موجود

الدهن موجود

البروتينات

البروتينات كيمائيات بانية للنتيجة الحية تتوافر في عديد من الأغذية كالبيض واللحم والخمور والبن والبقول. وهي تتألف من ذرات الكربون والنيتروجين والكبريت والأكسجين والهيدروجين وتتضمّن بعض البروتينات البروتينية في سلاسل لوليه طويلة. فإذا ظهرت بيضه مثلا، تبدأ جزيئات البروتين بالتحلل من سلاسلها، ثم تتناشئ بعضها مع بعض في شبكة جامدة؛ وهكذا يعبّر أنّ البنية البروتينية جامدة عند القلب أو الشلق.



المعادن

المعادن موادّ لأعضوية، الكميّات القليلة من بعضها ضرورية في وحياتنا. هذه المعادن الحاوية لعناصر الكالسيوم والحديد واليوتاسيوم والمنغنسيوم يُدبها الماء من التربة، تمتصّها جفون النباتات النامية في التربة. وحين تأكل تلك النباتات فإنّ تروّثها أيضًا بما تحوي من معادن.



كيمائيات البصل

لماذا تدمّع عينك عند تقطيع البصل؟ السبب هو أنّ البصل يحوي بعض المركبات الكبريتية الغريبة التي تتفاعل مع أكسجين الهواء لتكوّن كيمائيات حادة الرائحة تسبّب الدمع من العينين. وقد اكتشف العلماء مؤخرًا أنّ مثل هذه المركبات الكبريتية قد تُفيد في مُعالجة الرئو.

الفيتامينات

الفيتامينات مجموعة متنوعة من المواد العضوية ضرورية جداً، بكميات ضئيلة، لسلامة الشّو وصحة الجِسم والعقل. وهي شائعة في العديد من الأغذية كالخضراوات (فيتامين ج) والخضار (فيتامين أ) والحبّ (فيتامين ب) وحبّز اللينق (فيتامين ب) والشّوك (فيتامين د).

فيتامين ج
غير موجود

فيتامين ج
موجود

الجفّط بالليمون الحامض

العزّة المقلّعة حديثاً، كالشّاح واللوز، تسبّب تعرّضها للهواء نتيجة لتفاعل كيميائيها مع الأكسجين. وتسبّب هذا التفاعل أضراراً في الفاكهة نفسها. ولما كانت الأضرار حسّاسة جداً لتغيرات الحشوية، فإنّ تفاعل الاستمرار يُمكن ربطه بإضافة عصير الليمون إلى الفاكهة المقلّعة حديثاً.

اختيار زوئير لفيتامين ج

اختيار زوئير يعتمد على إزالة زوئة كالشفة (التي تكون الفيتول إندو فيتول). فلا تحلل هذا التغير بإضافة غُلة من الطعام (شعروسة في الماء) إلى الشّع المذكور، يكون الفيتامين ج موجوداً في الطعام.

الشّكرات

خلافاً للشّكرات والكعك ناجمة عن الشّكرات المختلفة. وهي كيميائيات تتألف من الكربون والهيدروجين والأكسجين. أسقط أنواع الشّكرات هو الغلوكوز، وصيغته الكيميائية: $C_6H_{12}O_6$. ومن الشّكرات السبعة أيضاً اللكوز (شكر اللبن) والفركتوز (شكر الفاكهة). ولم يقدّر الشّكر اليوم مادة للطبخ فقط، فقد بدأ الكيميائيون الصناعيون يحولونه إلى كيميائيات صناعية تُستخدم في صنع المشروبات والمطعمات.

كزّملة (أو تعصيد) الشّكر

عند إحصاء الشّكر تبدأ جزيئاته بالتفتت ويطلق منها الماء. فإذا استمرّ الإحصاء يتكامل الشّكر ليصبح عصيداً لزجاً. ونستخدم الكزّملات في تلوين الحلّ والصلصات وبعض المأكولات الأخرى.

شّعر مُقلّط (مقلّط)

الشّكر غير موجود

الشّكر موجود

جفّط الأغذية

تسبّب الأغذية الطازجة، كالشّوك، بسرعة إذا تركت مُعرّضة للهواء، لأنّ الميكروبات (الحراثيم) المؤذية تبدأ بالتكاثر فيها. وعليها، ويمكن جفّط الأغذية بقلّ تلك الميكروبات أو تثبيط نشاطها بإحدى الوسائل المعروفة التالية: التعصيد، التعليق، التدخين أو التخليل. أما إبدأ كلّ الجراثيم في الطعام فتتمّ بإحدى طريقتين: التسخين (حراري 160° س) أو التثعيب.

شّعن الاسماك

فوق نار الحطب، فدرارة النار وكيميائيات الدخان تُبلي وتُثبّت تناسي الميكروبات كما يُشفي التدخين نكهة عن الطعام ويُغيّر أذيقه.

اختيار (الكشف عن) الشّا

يُمكن الكشف عن الشّا بهزّ غيّب عن الطعام في الماء وإضافة قطع فطرات من محلول اليود. فإذا تحول اللون إلى أزرق شؤنة يكون الشّا موجوداً في الطعام.

الشّا غير موجود

الشّا موجود

المعكرونة والبطاطا والأرز جميعها تحوي الشّا

حيويات الشّا في الماء، فتكون 60 شؤنة

الشّا

المأكولات الشّوية، كالشّعير والبطاطا والأرز والمعكرونة تتألف من جزيئات سُكّر شويطة معاً في سلاسل طويلة - فالشّا والسُكّر هما من الكربوهيدرات. يُضاف الشّا القلحين لإغليظ الصلصات والمرق؛ فقد تسخين حيويات الشّا في الماء، يدخلها بعض الماء فيُعايد بين جزيئات الشّا المفردة - فتتفكّ الحبيبات حتى تصبح ناعسة جزيئات الشّا في السائل المُحيط فيتملّظ.

شُموم المأكولات

تحوي بعض المأكولات طبعياً كمّيات قليلة من الشّموم - ثمّ عرض إذا ما أخذت بعين الاعتبار كبيرة. فاللوز يحوي مادة كيميائية قد تسبّب الهلوسة. والبطاطا الخضراء تحوي السولانين وهو سمّ يسبّب ألم التقيؤ ويحوي الجُير المُضيق مادة التبرامين الوثيفة العالقة بهرمون الأندورالين في أجسامنا، فتؤثّر في سرعة النّش وتُسبّب الكوابيس.

لمزيد من المعلومات انظر

- الكيمياء العضوية ص 41
- التحليل الكيميائي ص 62
- كيمياء الجسم البشري ص 76
- الاختصار ص 80
- صناعة الأغذية ص 92
- الغذاء ص 342
- الاختصار ص 343

اختيار (الكشف عن) الشّكر

يُمكن الكشف عن الشّكر في الطعام بهزّ غيّب منه في الماء وإضافة قليل من محلول بندكت الأزرق إليها. فإذا تغير اللون إلى بُرّقال شسّر عند إحصاء المربيع، يكون الشّكر موجوداً في الطعام.

مأكولات سُكّرية

الاختِمار

شجر الخمر
خلايا الخميرة

عُرِفَ الاختِمارُ منذ آلاف السنين في صنع الخُبْزِ واللبن الرائب والجعة والنبيذ. واليوم، إضافة إلى استخدامه في صنع الأغذية والمشروبات الكحولية يُستخدم الاختِمارُ في صنع الأدوية كالبنسلين، والكيماويات كالميثانول وحمض الستريك. والاختِمارُ عملية كيميائية تقوم بها متعضيات مجهرية تدعى الخمائر، وهي تنمو بتحويل سُكَّر الأغذية، وخاصة سُكَّر الفواكه والحبوب، إلى كحول وثاني أكسيد الكربون. ويحتمل أن اكتشاف الاختِمار كان صدفة في فواكه أو حبوب اختزنَتْ في أوعية مغلقة. والخمائر هي من الميكروبات المفيدة المأمونة المستخدمة على نطاق واسع. وهي كغيرها من الميكروبات قادرة على العيش في كل مكان تقريباً. لكن ليست كل الميكروبات صالحة للأكل - فالكثير منها مؤذٍ وسامٌ.

صنع الخُبْزِ

الخميرة هي أحد مُعزِّمات الخُبْزِ. فبعد عملية التخمير يُوضع العجين في مكان دافئ، حيث تنفخ الخميرة الأكسجين هوائياً، مُغلياً بالشُّكرات - مفككة إياه إلى ماء وغار ثاني أكسيد الكربون يتنفخ به العجين. وعند الخبز يُقتل الخميرة ويصعد ثاني أكسيد الكربون ويُخار الماء فيكسب الخُبْزَ لُحمةً إسفنجية. أما الخُبْزُ المُخضَّر من عجين بلا خميرة فلا يتنفخ بالخبز ويُدعى فطيراً.



يُحدّد بعض البروتينات في الطحين، بعد إضافة الماء وعجن العجين، تتكوّن شبكة قوية ومُستدامة من الشُّكرات.

الاختِمارُ الأوّل

كان المصريون القدماء أوّل من صنع الخبز الخميري منذ ٥٠٠٠ سنة. وكانوا يحفظون دوماً بعض العجّة المخمرة ليضيفوها إلى العجّة التالية ليخميرها، ولا يزال أهل الأرياف يستخدمون الوسيلة نفسها في تخمير عنتناهم.



الكُحول

في ظروف التهوية العادية تنتج الخمائر الماء وثاني أكسيد الكربون بالتخمس الهوائي (كما في صنع الخُبْزِ). أما في ظروف انعدام التهوية فإنها تلتجأ إلى التخمس اللاهوائي مُنتجة الكُحول وثاني أكسيد الكربون. لذا تُخفَّر المشروبات الكحولية في أوعية مغلقة. والمعروف أنه عندما ترتفع نسبة الكحول في المحلول إلى قرابة ١٤٪، تستسلم الخمائر ويتوقف التخمير. وهكذا لا يمكن صنع مشروبات كحولية يزيد محتواها من الكحول على ٧٤ بطريقة الاختِمار فقط.



الجبن الأزرق

يُضاف نوع خاص من فطر البنسليين إلى الجبن الأزرق ليكسبه لونه وعلامة المميزين. وخلال عملية نضج الجبن تحدث فيه تفرّج صغيرة، يثار من الفولاد الذي لا يُضاد، يُضاد وجود كميّة كافية من الأكسجين لسُمو الفطر.



الخمائر مُتعضيات مجهرية، تنمو على سطح الفواكه الخارجية كالعنب والتفاح ولغندقي بالشرقيات، وتنقسم خلايا الخميرة بطريقة أثناء انقسامها.

الغاز المتبعث يسري غير الأنيوب إلى ماء الجير

يتركّب ماء الجير الصافي بالغاز المُضمت وهذا دليل على أن الغاز هو ثاني أكسيد الكربون.

تزيق الخميرة مع الماء الدافئ والشُّكر.



تحوّل الخميرة السُكَّر إلى كحول يبقى في القارورة وغار هو ثاني أكسيد الكربون.

الخُميرة

إذا تُرك مزيج من الخميرة والشُّكر والماء الدافئ جانباً، تظهر فقاعات من الغاز عند اتصال الخميرة. وإذا أُمِر هذا الغاز في ماء الجير (محلول الكالسيوم في الماء)، يتركّب ماء الجير الصافي يتكوّن كربونات الكالسيوم غير اللدّابة في الماء. وهذا يُرْهَأ على أن الغاز هو ثاني أكسيد الكربون. إن نفّس الخمائر هو نفّس لاهوائي - يعني أنها تتغذى بالشُّكر مباشرة - تتحوّل إياه إلى كحول. يبقى في القارورة، وغار هو ثاني أكسيد الكربون.



المُليّنات شائعة

اللبن الرائب

يُخضَّر اللبن الرائب بإضافة بكتيريا مُعَيَّنة (المُليّنات) إلى اللبن ونزكه ليخفّر لاهوائياً. تتكاثر البكتيريا وتُنتج اللبن خافضةً مُحتوى الشُّكر فيه بتحويل سُكَّر اللبن (اللاكتوز) إلى حامض اللبنيك. إذا فإنّ طعم اللبن الرائب الطبيعي حادّ.

لمزيد من المعلومات انظر

- كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
- كيمياء الأغذية ص ٧٨
- التعضيات الوحيدة الخلية ص ٣١٤
- الفطريات ص ٣١٥
- التكاثر اللاجنسي ص ٣٦٦

المواد

تُصنع قُبعة الرياضة من
القطن فتبقى مُبردة باردة.

الطائرات الشمسية المستوية
من الكيمياءات الناعمة
خفيفة ومأمونة للاستعمال.

يُصنع إطار مقرب الشمس من
لدنية تحوي الفراغية ويقيس
شغلي بالجلد الاصطناعي،
واوتار لدائعية كصناعة.

تُصنع جوارب الرياضة
من الألياف الطبيعية لحفظ
القدمين مبردة باردة.

الخشب مادة
طبيعية شديدة للشد
من الأشجار.

تُصنع ملابس الرياضة
من مواد قوية وخريرة
كالقطن والبوليستر
والنيلون.

يتألف الورق من الألياف
طبيعية تصنعها الأشجار.

من الحديد إلى الفولاذ
لم يكن صنّاع المعادن الأوائل يجهلون
أن الكربون يُضدّد الحديد، عام ١٧٤٠،
ابتكر المعادن البريطاني، بنجامين
هشمان، طريقة لصنع حديد الكربون
الصافية لإنتاج معدن شديس قوي من
الحديد يدعى الفولاذ. وتستخدم الفولاذ
الآن في تصنيع سبائك لا تحترق لها من
المتحجات من الأثر إلى هياكل
السكارات.



عصر اللدائن

في الخمسينيات من القرن التاسع عشر، صنّع الكيميائي
البريطاني، ألكسندر باركيس، أول مادة لدائعية. واليوم
تصنع اللدائن المحلقة من الكيمياءات الناعمة، وتستخدم
في صناعة اللعب والكثير من المنتجات المنزلية كالكراسي
والعلب والأطواق وغيرها.

تُصنع احذية
الرياضة من الجلد أو الشاش الخشنة
وتجود بفعل مطاطية خرونة.



تُصنع ثراوت
التنس من المطاط
والنيلون والألياف
الشمعية.

استخراج الحديد
منذ ٣٥٠٠ سنة اكتشف الجيولوجيون، شكلًا ما
يعرف اليوم باسم تركيا كيفية استخراج
الحديد، ويضعون سِر طريقتهم وأحما
خامات الحديد مع فحم الخشب المحترق،
فيحصلون على المعدن (الحديد المطاوع)
بسهولة تسخّ بتقريبه غفداً وأسلعة.



تخيّل أنّك تتعلّل جذاء من الخرسانة أو تركب
دراجة من الزجاج! إنّ ذلك عسيرٌ وخطيرٌ حقًا.
هاتان مادّتان فقط من المواد الكثيرة التي
نستخدمها في حياتنا اليومية - لكن طبعًا ليس
للمشي ولا لصنع الدراجات! إنّ معظم ما يحيط
بنا من مواد هي موادّ مُحولة عمدًا كانت عليه في
حالتها الطبيعية، التي هي أصلًا موادّ من الأرض
أو الماء أو حتى من الهواء. فالحبيبات الكسائية
تُحول المواد الخام هذه إلى مواد ذات خصائص
مُعيّنة يتسنى لنا استخدامها. فموادّ ملايسنا،
مثلاً، مُصنّعة من ألياف لينّة مطاطيّة مقاومة للحرارة
تجعلها مريحة وقيّنة.

موادّ مُستخدمة في لعبة التنس

تتلاءم جميع المواد المُستخدمة في لعبة التنس تمامًا مع وظيفة كلّ منها،
فالتضارب مبنية التصميم قوية كي تتحكّم من عند الكرات المُعطلة
بسرعة فائقة، والكرات مصنّعة من موادّ منيعة شديدة لا يُمرّرها الارتطام
بالضرب أو بأرض الملعب. كذلك فإنّ أحذية التنس وأرض الملعب
مُعالجة ومصنّعة لمقاومة الحرّ أو التري الناتج عن تراكب اللاعبين
في قول الملعب وعرضه.

الفخاريات

منذ حوالي ٧٠٠٠ سنة، اكتشف الناس إمكانية تحويل
الطين بالإسراء إلى مادة شديدة قصفة. فيشكلهم الطين
قبل الشوي، استطاعوا صنع الفخاريات والأكواب
والجرار لحفظ طعامهم وشربهم. فكان الفخار (أو
الطين المصنّع) أحد أوّل المواد التي صنعها الإنسان.



مُكننة صناعة الشاش

منذ عام ٨٠٠٠ ق.م. عرف الناس حِوَال
الألياف الطبيعية وحياتها بشكل أو بآخر
لصنع الشاش. وفي أواخر القرن الثامن
عشر، اخترع الأوروبيون مكناتين للعزل
والجباة تعمل بالقدرة البخارية.

صناعة الكيماويات

المواد المصنعة كيميائياً تُحيط بنا حيثما نكون، بل إن بعضها يتواجد في داخلنا أيضاً. ويتفاوت مدى هذه المواد الشاسع من دهانات السيارات إلى مختلف أنواع المأكولات. وتُصنع كل مادة أو مجموعة مواد في وحدة صناعية خاصة؛ فتعالج المواد الخام، كالمعادن والنفط والماء والفحم والغاز وكثير سواها، بتفاعلات كيميائية تحولها إلى مواد مفيدة تُنقل إلى مختلف أقطار العالم ليستخدمها الناس ويتعمروا بفوائدها. والشركات الصناعية الكيماوية هذه عالية التكلفة بناءً وتشغيلة؛ وهي تشكل إحدى أكبر الصناعات في العالم، وتستهدف تقديم مصنوعات المفيدة والمتنوعة بأسعار في متناول الجميع.



في خط الأنابيب

تُقل الأنابيب الشمايرة الألوان السوائل والغازات الكيماوية والبخار والماء الباردة إلى مختلف أنحاء المصنع الحديث.

يُمرر غازات من المواد الخام قرب المصنع.

يُراعى في اختيار موقع المصنع وفرة المواد الخام وسهولة انتقال الغلال والصناعات.

غسل المصنع هم من سكان المناطق المجاورة غلابة.

موقع المصنع

يجب أن تتوفر احتياجات المصنع من مواد خام وطاقة وماء على مقربة من موقعه لجعل بفعالية. ويُراعى في اختيار الموقع أيضاً توافر مبل النقل والمواصلات القليلة التكلفة لتصريف المنتجات. أما الثغابات والفضلات ينبغي تصريفها بعناية بالغاء فقد يُباع بعضها لإعادة التدوير وتُنتج مواد مفيدة أخرى؛ وما لا يصلح منها لبيع يُعالج لتلافي ضرره وأخطاره.

ملوك للكل المواد

تأكل الأفعال قريات مصنعة من ثغابات الطعام السليمة.

يُعاد تدوير بعض الفضلات والثغابات لتصنيع منتجات أخرى.

المرق من طروق الموصلات البرية والهدرة ضروري لتشغيل المواد بسرعة وفعالية.



السلامة العامة

الفاعلات الكيماوية قد تُنتج أدجة سامة أو تُسبب حرائق والفعارات، ولوقاية من هذه الانتشار تُجهز المصانع بمعدات الأمان وأجهزة الإنذار، ويزود العاملون بالملاص الواقية وتعليمات التصرف السليم في حالات الطوارئ.



من النموذج إلى الأصل

عندما تُجح تجارب النموذج المصغر، ويتم تقصي إمكانية إنتاج المادة المطلوبة بتكلفة زهيدة، يُقاس تجهيزات النموذج وعملاته لإنشاء المصنع الحقيقي.



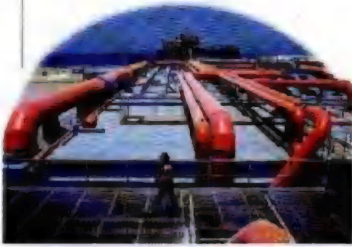
نموذج مصغر

كل بناء المصنع الكيماوي، يُصمم له نموذج مصغر اختياري، وتُمرر الكيماويات في أجهزة الرجائية لمراقبة مختلف مراحل العملية وأجهزتها والتأكد من سلامتها وصلاحتها. وحين يتأكد للمُعلماء ذلك يُضار إلى تشييد المصنع بالحجم الحقيقي.

لمزيد من المعلومات الخطر

الفاعلات الكيماوية ص ٥٢
الماء - تعالجه وصناعات ص ٨٣
التلوث الضوئي ص ١١٢
مصادر الطاقة ص ١٣٤
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

الماء - مُعالَجَتُهُ وصِنَاعَاتُهُ



يستطيع الإنسان العيش بدون ماء قُرابة ستة أيام، لكن الصناعات في معظمها تتوقف فوراً عن العمل بدونها. فالصناعة بحاجة إلى كمّيات كبيرة من الماء لِتَصْنِيع كُلِّ ما نستخدمه تقريباً من مواد. ففي كُلِّ يوم، تستهلك الصناعات في العالم من الماء أربعة أضعاف ما يستهلكه جميع الناس في منازلهم. المطر هو المصدر الرئيسي لكل هذه المياه، لكن يجب تنقيتها قبل الاستعمال. فالمطر المتساقط على الأرض ينساب في جداول وأنهار، أو يتغلغل في الأرض إلى الطبقات الصخرية. وهكذا، يلتقط الماء، في مساراته المختلفة، جسيمات صغيرة من الصخر أو بكتيريا من التربة أو كيمائيات مُدابة من أيّما شيء تقريباً يمرّ به أو فوقه.

إزالة المُلوّحة (التخلية)

في بعض مناطق العالم حيث تنبعّ الأمطار (كما في منطقة الشرق الأوسط) يحصل الناس على الماء من البحر بالتخلية. فإحضار ماء البحر تحت ضغط خفيف، يتسرّب الماء النقي فقط، فيتكثف في أحواض التجميع. أما الملح يبقى كمحلول مُرّكّز (بعاداً إلى البحر عادة).

يتسرّب الماء غاز حلقات، من الرّزّل والخضى، تحبس ما به من أوساخ.

في التخلية الكيمائية يُضاف السّيت (كبريتات الألومنيوم) والجوج (هيدروكسيد الكالسيوم) فينتجان مادة لينة (هي هيدروكسيد الألومنيوم) تحبس كل شوائب الماء وترسبها.

يُغلّج الماء خلف سدّ التجميع.



أبراج خزانات الماء

المكثرات التي تبقى بعد عمليات الترشيع تُركّز في خزانات التماسك بعد التكرار الذي تُنجزه ففائضه غير الماء ستة ساعة تقريباً.

تنقية المياه

الأنهار والبحيرات والآبار الجوفية هي خزانات المياه الطبيعية، لكن يمكن تخزين كمّيات كبيرة منها في خزانات اصطناعية تقام على مقربة من المصانع والمنازل. قبل الاستعمال تنقى مياه الخزّان بتدويرها أولاً عبر مضخات كبيرة، لإزالة الأجسام الغريبة كالقنانيات والأوساخ العالقة فيها، ثم تُرشّح في مرشحات ضخمة من طبقات الخصى والرّمل والكيمائيات لإزالة الجسيمات الأصغر التي قد تُسبّب ذواحل جدران الأنابيب أو تلحق الضرر بالتجهيزات الصناعية، أو تُعكّر مياه الشرب. أمّا البكتيريا والفيروسات المُسرّعة (أو المسببة أحياناً)، فتعالج بنفث فائض غازات سامّة لها في الماء كالكلور والأوزون.

للكمّيات من إعادة توثيق الماء، يُترك فيه مقادير قليلة من الكلور عندما يُنقل إلى التنازل.

تُستخدم كمّيّة ضخمة من الماء في تدوير سيارات.



ما تُدرّ الصناعات بحاجة إلى ماء نقي جداً، فيعتمدن كل تقنيات توليد القدرة، يمكنها استعمال المياه عبر التنقية من الأنهار أو من البحر مباشرة.

استخدام الماء في الصناعة

تستخدم الصناعة كمّيات كبيرة من المياه لتبريد الآلات حيث تجري العمليات الكيميائية المطلوبة للحرارة، أو لتوفير الوسط المناسب لحدوث شتى التفاعلات، أو في توليد البخار لإدارة مضخّة أو مولّد كهربائي. والماء لذلك مُدبّ فعال لكثير من المواد، مُحوّلاً إياها إلى محاليل مُخلّطة سهلة التناول، كما يُستخدم لتطهير المواد والمعدات والموقع.

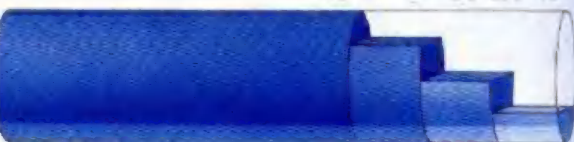
تدوير الليغون موش فولاند سيّارة

حقائق مائية

تضخّ سيارة واحدة بطلّ ٣٠,٠٠٠ لتر من الماء، ويغلب تحضير فلّ واحد من الفولاذ ٢٥٠٠ لتر، بالمقارنة فإنّ الدوش تستهلك قرابة ٣٥ ليّراً من الماء، والشر الواحد من شراب الليغون (المرّكّز) ٨ ليترات من الماء.

لزيد من المعلومات انظر

- تغيّرات الحالة ص ٢٠
- المحاليل ص ٦٠
- فصل المزيجات ص ٦١
- كمية الماء ص ٧٥
- صناعة الكيمائيات ص ٨٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



الحديد وال فولاذ (الصلب)

لولا الحديد وال فولاذ ما كان يتيسر لنا تصنيع السيارات، ولا تشييد المباني الشاهقة ولا إنتاج المباني التي تُصنع لنا تقريباً كل شيء. فالحديد أرخص الفلزات التي نستعملها وأهمها؛ وهو يُستخرج من خاماته الصخرية المختلفة، ثم يحول معظمه إلى فولاذ. والحديد، كالعديد غيره من العناصر يُنتج كيميائياً، فلا يوجد تقريباً في الطبيعة، بل مُتحداً مع عناصر أخرى بخاصّة الأكسجين. في مسابك الصهر، تُحمى خامات الحديد في أفران خاصة مع الجبارة الكلسية وفحم الكوك، الذي يتألف في معظمه من الكربون، فتزال الشوائب من خامات الحديد ويبقى الفلز نقياً تقريباً. وفي عملية تالية يحضّر الصلب (الفولاذ) من هذا الحديد بضبط كمية الكربون فيه، وأحياناً إضافة كميات قليلة من فلزات أخرى كالكروم والنيكل إليه.



حديد الصلب (حديد الزهر)

تجري قبة الكابيتول في واشنطن العاصمة 1000 طن من حديد الصلب. وكانت أجزاؤها المختلفة قد صُبت مسبقاً في قوالب خاصة.

الفرن العالي، فرن السفع

يُستخرج الحديد من خاماته في أفران السفع (أو اللقح) بقلو الضخم منها 60 متراً وينتج 10,000 طن من الحديد يومياً. عموماً، دون توقف، على مدى 10 سنوات متتالية. في هذا الفرن تُسحق المواد الخام، المؤلفة من خامات الحديد والجبارة الكلسية وفحم الكوك، بغضافات الهواء الحار من أسفل الفرن. وبما إن الكربون نشط فاعلياً من الحديد، فإنه يتحد بالأكسجين من خامات الحديد، متيحاً أكاسيد الكربون، تاركاً فلز الحديد وراءه.



هنري بيسمر
الفرن أنتج
الشكل الحديد
استعمالاً، وقد
كانت عملية لإزالة
الكربون منه هائلة
المتكلفة. وفي عام 1856،

ابتكر المخترع البريطاني، هنري بيسمر
(1813-1898)، طريقة رخيصة لإزالة معظم
الكربون، وذلك بشفط الهواء غير النعدين
المصهور في شحون بجعل أسس "محول
بيسر" فيزيل أكسجين الهواء الكربون منه.

تُنفق الغازات
المفلتة وتُستخدمة
ثانية في إحماء مواد
السفع الساخن

الفرن مُزوّج
بالمطوب المقاوم
للحرارة.

سماح
المان

تُسلخ المواد الخام
عبر صمامين
جزئيين الشكل
يمنعان انفلات
الغازات
الساخنة.

خام الحديد

حديد كلسي

فحم الكوك (المُستخرج)
بإحماء الفحم في
مخزلي عن الهواء.

انبوب العشيق حول
الفرن ياتيه بهواء السفع
الحار (الذي يتكثف
الفرن لسفه منه).

مقرفة لقلب
الحديد المُصهور

مخرج الخبث
المُصهور

الشوائب

تُقاوّد الحديد المُستخرج من الفرن العالي (فرن
السفع) تتراوح بين 90 و 95 في المئة.
والشوائب الرئيسية فيه هي الكربون الذي يُنتج
الحديد من الكوك، فكمية ضئيلة تحد من
مئاته. لذا يُضخّم معظم الحديد إلى فولاذ
يحتوي أقل من 1.7 في المئة من الكربون.

الخبث

يُضاف الحجر
الكلسي إلى الفرن لأنه
تُنتج ويتحد بالزئبق
والصاقلات والخبث في خامات
الحديد. مُكوّنات مُضافة، تدعى
الخبث، تطهر فوق المعين المُصهور.



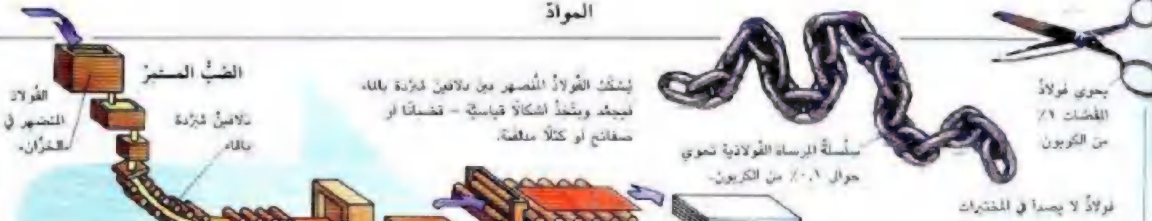
داخل فرن السفع

تبدأ التفاعلات الكيميائية داخل الفرن عند
سفع محتوياته بالهواء الحار جداً، فيشتعل
الكوك مُولداً في البدء ثاني أكسيد الكربون،
ثم أول أكسيد الكربون - الذي يتحد أكاسيد
الحديد مُتبقية فلز الحديد وثاني أكسيد الكربون. وبهذا
التفاعل الإخراجي، ترتفع درجات الحرارة داخل الفرن
إلى 1900°س، فينصهر الحديد ويتصنع في القاع.

الحديد تحت المجهر

عند تكبير تُظهر من حديد
الصلب 200 مرة تظهر
فيها بلورات الكربون
(بالأزرق). أما الخليقة
الحمر الملبسة فهي
الحديد (ويُدعى الفريت).
بلورات الكربون تجعل
الحديد قسماً.

المواد



أنواع الفولاذ

هناك نوعان رئيسيان من الفولاذ - الفولاذ الكربوني وفولاذ السبائك. فسرّب الفولاذ الحبيضة الكربون منه وسهولة التشكيل؛ أما الغالبية الكربون فسلادة وقصية يمكن إكسابها أضرار قطع حادة. وتتميز خصائص أنواع فولاد السبائك المختلفة تبعاً لنوع القطر الذي تُضاف به، ففولاذ الكروم والنيكل هو فولاد لا يصدأ صامد للثقل والجلد.

تشكيل الفولاذ

يُشكّل الفولاذ بطرق مُتّزعة. فبالذلة تصنع الضرب الفولاذية وتُمد صفائح أو أنابيب أو شرائح. ويأخذ الفولاذ المدمج غير ثقوب متفاوتة القطر لصنع الأسلاك، ويأخذ بترك الفولاذ في القوالب حتى يبرد ويصمد. أما فولاد الحدادة فيشكل بالطريق على الساخن.



بعد القُرن

يُنشك فولاد المعادن المنصهر في قالب
تقطع الضرب، أو في حزان برودة عملة
حتى تسير. تعظم الفولاذ بعد كتلة
بطريقة الضرب المستمر كونه أرضي وذا
نوعية أجود. وهذه الكتلة يمكن تشكيلها
بعده بالذلة أو التطريق أو الضرب.

القُرن الأكسجيني القاعدي

يجري تحويل الحديد إلى فولاد في معظمه حالياً في
القُرن الأكسجيني القاعدي. فيُنشك في القُرن مزيج
من الحديد وحُرارة الفولاذ وتُنفث الأكسجين فيه.
فيُحد الأكسجين مع كربون الحديد، فزيلة معظم
الكربون من الحديد كأول أكسيد الكربون. إن بغير
قوي من هذا النوع أُنشأ قرابة ٣٥٠ طناً من الفولاذ في
مبنى ٤٠ دقيقة فقط.

الفولاذ

تحت المجهر

يُشكّل الصورة التقاطية فولاداً
خفيف الكربون، يحتوي
٠.٨٪ من الكربون. وتُشكّل
بها الفولاذ وتُصنّعا لكتشبات
الكربون متفاوتة فيه ولطريقة تربيده.

لزيادة من المعلومات فحظر
الطرازات الانتقالية ص ٣٦
الكربون ص ٤٠
الأكسدة والاختزال ص ٦٤
سلسلة التفاعلات ص ٦٦
مُنتجات القسم ص ٩٦
الصفوح الرئيسية ص ٢٢٣
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

النُّحاس

النُّحاس حاليًا، وقد لا نراه، حيثُما هنالك نورٌ أو جهازٌ كهربائي. فمُعدِنُ المِني، ومُخَيِّلُ المُوَسَّات، وسقوفُها تحوي أسلاكًا نحاسيةً توصلُ التِّيارَ إلى مُختلف المقاييس والتركيبات الكهربائيَّة فيها. يوجد النُّحاسُ حاليًا في الطبيعة بِنقاوة تتراوح بين ٠.٥ إلى ٧.١٪. وهذا يعني أنَّ إنتاج النُّحاس العالمي، المُقدَّر بـ ٩.٦ مليون طن، يقتضي معالجة أكثر من ألف مليون طن من الخام الصخري لاستخراجه!



التَّصْوِيل

تُعالجُ خاماتُ الأكاسيد النُّحاسية بالتصوِيل. تُمرَّرُ عليها حامضُ الكبريتيك الذي يُذيب النُّحاس. دورُ الشوائب الصخرية. ثُمَّ يُغلى محلولُ كبريتات النُّحاس الناتج بالكهرلة.

كاري إفروسون

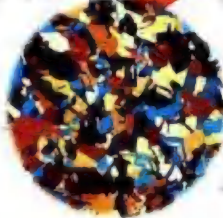
تحوي الخامات موزعة من الفلزَّات الثمينة والشوائب الصخرية. وقد ابتكرت المَعْلَمَةُ الأيرلندية، كاري إفروسون، عام ١٨٨٦، طريقة لفصلها. لقد طُحنت الخام ومزجت بربيت وحامض، فحصلت بذلك على ريز. يُعالجُ تسعيرًا فيه الفلزَّات الثمينة وتُفصل، بينما تتركُ الشوائب الصخرية في القعر.



كاري إفروسون

الكهرلة (التحليل بالكهرباء)

تُغلى صفيحة النُّحاس المُغطاة بالكهرلة، تُغلى الصفيحة بالكهرباء في حوض (أو) في محلول من كبريتات النُّحاس وحامض الكبريتيك. ويسرُّ الكهرل، غير المحلول، يذوبُ خاماتُ الأنود ويتسحق على حوالِ الإلكتروليت السائل (أو التكتريد). بينما تترسَّب الشوائب مُدانة في القاع.



صورة جاهزة للنُّحاس

لمزيد من المعلومات فُطِّر

- الفلزَّات الانطلاق من ٣٦
- سلسلة التفاعل من ٦٦
- الكهرلة (التحليل بالكهرباء) من ٦٧
- الشائبة من ٨٨
- حامض الكبريتيك من ٨٩
- حقائق ومعلومات من ١٠٦

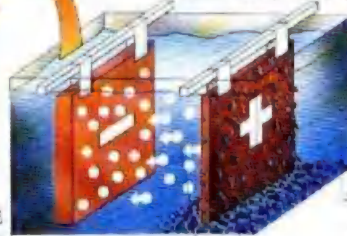


كاري إفروسون

استخراج النُّحاس

يُستخرج معظم النُّحاس من خام كبريتيدي يحوي الحديد والكبريت والنُّحاس. تُثَلَّث الهوائية الحارَّة داخل الفرن لمُصل النُّحاس عن الحديد والكبريت اللذين يتفاعلا مع الأكسجين لتولِّد أكسيد الحديد وثاني أكسيد الكبريت. تتركُ فلزُّ النُّحاس المنصهر في القاع. هذا النُّحاس، ويُعرف بالنُّحاس المُستطَف، يُصلُّ لفازته إلى ٩٨ في المئة. ولتلقاوة الكاملة يُعدَّل إلى عملية الكهرلة (التحليل بالكهرباء) لإزالة الشوائب المُتبقية.

يُنتج النُّحاس الفلزَّات حول التكتريد (المسحوق) الإلكتروليت السائل.



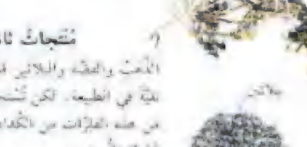
أترسَّب فلزُّ النُّحاس بالبناء التكتريد

يُعدَّل النُّحاس المُستطَف (أوًا) (بعضًا) - (الكهرلة حرجية)

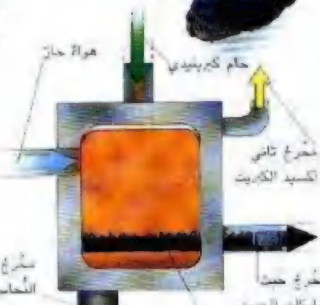
تتخلَّص ذراتُ النُّحاس بشرقفة منتقلة تتكوَّن بقوَّاه. في الطريقة التي تتخلَّص بها البلورات هي التي تجعل النُّحاس قابلًا للتطبيق والتشخير والتشكيل.

تنتج الشوائب مُدانة في القاع

تنتج ثانوية في النُّحاس المُعدَّل والفلزَّات والملائم فلزَّات بيضاء تتواجد في الطبيعة. لكن تتخلَّص كُثيًّا مهمة من هذه الفلزَّات من التكتريدات السائلة خلال فلزِّة النُّحاس.



الكهرلة ببيت خام كبريتيدي - يحوي النُّحاس مُدانة بالحديد والكبريت.



مُخرج ثاني أكسيد الكبريت

سُفَرٌ حيث سبائك الحديد (مُعالجات) تُضاف المُشكَّات لتتفاعل مع الحديد الحديد مُتكتِّنة خبيث سبائك الحديد

يُصبُّ النُّحاس المُستطَف صفائح - عرض الواحد منها (تعالج شطفتًا) حار واحد، ووزنها ١٠٠ كغ

مُقلَّات في سُفَرٍ كبريتيدي

استعمالات النُّحاس النُّحاس مُوصِّل جيِّد للحرارة والكهرباء، لذلك يُشغَّل منه مختلف أنواع المِغَالِي والمُفَاعِل. كما جُمِعَ أنواع أنابيب السَّاء السَّاعَة في المَنَارِل والمَصَانِع. كذلك يُستخدَم النُّحاس لِطُغِ السَّافِل كالكهرباليَّة المَحَلَّة كساعات الصَّواعِل ومُطَلَّات المُحَرَّكَات الكهربائيَّة. والنُّحاس صليبي لا يصدأ بسهولة. فهو صلب وطويلاً.



الألومنيوم



في هياكل الدراجات
الألومنيوم سهل التشغيل
والتشكيل، وهو في هياكل
الدراجة الألبية يوفر إدراج
السلالات قذابة فائقة الخفة

طول الحليّة الإلكترونية
الواحدة ٩ أمتار وعرضها ٤
أمتار، وتتلقى أنابيب الكربون
في الكربونيت النضج.

يمر التيار الكهربائي عبر
الشامل طارئة الأكسجين من
أكسيد
الألومنيوم نحو
الانزومات
(الإلكترونات
الموجبة)

يتنقى الألومنيوم
المصهور حول
الكاثود الكربوني
الذي يمتلئ قاع
الحلية الإلكترونية
وجوانتها.

يُطعّم الألومنيوم
ويُستخدَم في صنع
العديد من المنتجات.
كما يُعدّ دويّته
يسهولة.

الألومنيوم أكثر الفلزّات وفرة في الأرض، ويوجد في أنواع
الصخور المختلفة، لكنّ معظم الألومنيوم يُستخرج من
البوكسيت. وتكون الألومنيوم يتحدّ مع غيره من العناصر
بسهولة فإنّ فصله كفلزّ نقيّ يتطلب قدرًا كبيرًا من الطاقة. قبل
أن يكتشف الكيميائيون طريقة رخيصة لاستخراجه، عام
١٨٨٦، كانت أسعاره تفوق أسعار الفضة والذهب بكثير.
ونظرًا لخصائصه المتميّزة، يُستخدم الألومنيوم اليوم في
مختلف الصناعات - من الأواني المنزليّة إلى الكيّلات
الكهربائيّة وأجزاء السيّارات والطائرات.



تكوّن البوكسيت، خام
الألومنيوم الرئيسي، معادن
التجوية ونفث الصخور
الحامية لسيليكات الألومنيوم
على مدى قرون طويلة.

استخراج الألومنيوم

يُستخرج الألومنيوم من البوكسيت بعملية ماز مشوّعة
بالكهرلة، ففي عملية باير، يُمزج البوكسيت مع الصودا
الكالوية ويُسخن. فينتج عن ذلك بلورات سكرية الشكل من
أكسيد الألومنيوم النقي، ثم تُذاب هذه البلورات في
الكربونيت (ألومينات الصوديوم الفلوريدية) المصهور. ومن
ثم تتفكك هذه البلورات بالكهرلة إلى ألومنيوم وأكسجين.



يُستخدَم هذا
الدولاب الضخم
لاختزال البوكسيت
من قشرة الأرض

يُعدّ خام
البوكسيت
إلى قنطرة
صغيرة.

يُسلّف هيدروكسيد الصوديوم
إلى البوكسيت ثم يُضخّ إلى
خزان كبير يدعى الهشام.

الضغط العالي والحرارة يُشكّلان
هيدروكسيد الصوديوم من «عظم»
البوكسيت (أي تفكيكه إلى شلّوّهات).

فيأبى أكسيد الألومنيوم، من الخام،
شكلاً خطّوطاً من ألومينات الصوديوم،
ببدا يُدعى المرشّح الشرائط غير الذوّابة.

كيمائيّان مُزاحمان

في عام ١٨٨٦، اكتشف الكيميائيّان المشاهير شارلز مارتن
هول (١٨٦٣-١٩١٤)، التلميذ في معهد أيرلن في هولندا
المتحدة الأيرلنديّة، و. ب. د. ت. هيرولت (١٨٦٣-١٩١٤)،
الكيميائيّ الشاب الذي كان يعمل في فرنسا - اكتشافاً مستقلّين
الطريقة الكهربائيّة لاستخراج الألومنيوم. فحصل اكتشافهما
لنور الألومنيوم إلى جزء من ثمن النوبل في غضون أربع
سنوات. ومن غرابة الطّفاف أنّهما لم يتوصّلا إلى اكتشافهما

ذاك وهما في القمر
نصف قطب، بل إنّهما
ماتا في العام نفسه،
بقاري شمالية أشهر
واحدتهما عن الآخر.



استعمال الألومنيوم

عندما يتعرّض سطح الألومنيوم لأكسجين الهواء، تتكوّن طبقة سميكة
من أكسيد الألومنيوم، تمنع عنه الهواء وتوقّف تأكل السطح بالمتدّار.
والألومنيوم فلزّ متين وخفيف وموصل جيّد للكهرباء، لذا يُستخدم في
صنع أجزاء الطائرات والسيّارات والشّاحنات والكيّلات الكهربائيّة.



لمزيد من المعلومات اطّلع

- الفلزّات الزهيدة ص ٣٨
- سبائك النحاس ص ٦٦
- الكهرلة (التحليل بالكهرباء) ص ٦٧
- صناعة الكيماويات ص ٨٢
- الشاشك ص ٨٨
- حقائق ومعلومات ص ١٠٦

السبائك

كان بين مميزات المحارب القديم قبل عصر الحديد (قبل ١٠٠٠ ق.م.) اضطرابه للتوقف عن القتال خلال المعركة لتقويم سيفه البرونزي - علماً أن البرونز أكثر صلادة من النحاس؛ إن معظم الفلزات النقية هي فلزات ضعيفة ليئة، لكن عندما يُمزج فلزاً من طريقتين فالسبيكة الناتجة أصلب من كليهما. وتتغير خصائص السبيكة بتغير كميات الفلزات الداخلة في مزيجها. وتتألف معظم السبائك من فلزين أو أكثر، لكن بعضها قد يحوي لا فلزاً كالكربون، كما هي الحال في سبائك الفولاذ.



السبيكة الأولى

منذ حوالي ٦٠٠٠ سنة، اكتشف الناس أن النحاس يزداد صلابة عند مزجه بالقصدير. وعلى استعمال تلك السبيكة البرونزية على شجمل الاستخدامات المعدنية حيث حث حتى دعي ذلك العصر بالعصر البرونزي.

إن مزج الألومنيوم
بالقصدير والنحاس يؤخر
هيكلاً خفيفاً للطائرات -
هو من القوة والمتانة بحيث
يصفق لشرعة الرياح العالية
وصدمات الخط.



في المحرك، تتكثف شفرات
الترين في سواقتها بواسطة اقراص
تُصنع من سبيكة فلزية تتألف من
١٦ عنصراً منها النيكل والتيتانيوم.

سبائك الطائرات

تتطلب هياكل الطائرات الفولاذ سبائك خفيفة لجعل الإقلاع سهلاً واستهلاك الوقود خفيفاً. كما تتطلب محركاتها سبائك خاصة تصمد لدرجات الحرارة العالية. إن شفرات التربين في مُلقمة المحرك مثلاً، التي تقوم بسرعة كبيرة، تُسقط الهواء إلى الداخل على درجات حرارة تصل إلى ٦٠٠°س.

صنع السبائك

تُصنع لمظم السبائك بظهر الفلزات ومزجها بعضها مع بعض - شرط ألا يبدأ أحد الفلزين بالغلابة قبل أن يتصلب الآخر. فلي صنع النحاس الأصفر مثلاً، يُسقط الخارصين الجامد في النحاس المنصهر، أما إذا أحيا من هذا الخارصين قد يتجزأ قبل انصهار النحاس.

يُدوّن فلزاً السبيكة واحدتها في الآخر، ويشدّج ذراتها بملقعة وتتشتت منها لتشكل بلورات قوية عندما تبرد.



درجات الحرارة العالية

تقطع قُلمة اللب مسارها عبر المواد الشبيهة، مُدوّمة آلاف الثورات في الدقيقة. وتوفر سبيكة كريد السجسن التي تزيد درجة انصهارها على ٦٩٠٠°س الصلابة للقيام بذلك.



درجات الحرارة المنخفضة

سبيكة اللحام التي هي مزيج من القصدير والرخام ممتلئة لإوصل طرفين فلزين بعضهم مع بعض. إذ إن درجة انصهارها أخفض من كلا درجتي انصهار فلزتيها النقيتين. فهي تُسما تولّد جسراً بين الطرفين اللذين نرغبهما دون أن تلحق الضرر بأق



سبيكة الأسنان

يستخدم أطباء الأسنان التلغم - وهو سبيكة من الزئبق والقصة والقصدير والخارصين والنحاس - في شق التجاويف الشبيهة. وهذا التلغم يُمكن تشكيله، كالمعجونة، ليتلائم مع كفاف الأسنان قبل أن يتصلب.

لزيد من المعلومات انظر

- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- الفلزات القلوية ص ٣٤
- الفلزات الانتقالية ص ٣٦
- الفلزات الرقيقة ص ٣٨
- سلسلة التفاعلات ص ٦٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

حامض الكبريتيك

العلاقة المشتركة بين الأسمدة والدعائن والمتفجرات والمُنظفات هي أن حامض الكبريتيك يدخل في تصنيع كل منها. فحامض الكبريتيك من المواد الهامة جدًا للصناعة بحيث قلما ترى حولك شيئًا لم يدخل هذا الحامض في صناعته. حامض الكبريتيك لا يتواجد طبيعيًا، بل يُصنع، ويتلَّغ ما ينتج منه سنويًا قرابة ١٥٠ مليون طن. ومما يجعل تصنيعه قليل التكلفة أن الحرارة المهدورة في إحدى مراحل عملية تحضيره يمكن استخدامها كمصدرٍ حراريٍّ للمرحلة التالية.

الكبريت هو المادة الأولية الرئيسية لإنتاج حامض الكبريتيك إضافة إلى الماء والهواء.

حرارة بخار الماء المتبقي في الأنبوب المطلوب تصنيده الكبريت قبل أن يُدخَلَ داخل الفرن.

التبادل الحراري

يُسلَّغ الهواء الجاف إلى داخل الفرن ليُحمَّض أكسجين الهواء والكبريت أولًا غاز ثاني أكسيد الكبريت.

في المَنوَل تُزاد كبريتات إضافية من الأكسجين لتحويل ثاني أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت.

المَنوَل

جان أنطوان شتال

في القرن الثامن عشر أخذت المصانع تُنتج حامض الكبريتيك في شتخ الجبس والأصماغ والأزوار. ولَحظ الكيميائي الفرنسي جان أنطوان شتال (١٧٥٩-١٨٣٢) الحاجة إلى تصنيع حمض الكبريتيك على نطاق واسع لاستخدامه في تلك الصناعات وسواها من الصناعات المشبعة النشْر. وقد تمَّ له في الفترة بين ١٧٨٠ و ١٧٩٠ إقامة أول مصنع لإنتاج حامض الكبريتيك تجاريًا في مونتبييه، فرنسا.



جهاز الانصاف

يُزاد ثالث أكسيد الكبريت عنز زناد من حامض الكبريتيك الذي ينتج لينتج حامضًا مُركَّبًا مُحَدَّثًا يُدعى الأوليوم.

كيميائيًا يمكن إضافة ثالث أكسيد الكبريت إلى الماء مباشرة لإنتاج حامض الكبريتيك. لكن التفاعل يكون ضعيفًا وخطيرًا.

يُخلط الأوليوم (حمض الكبريتيك المُدخَّن) بالماء للحصول على حامض الكبريتيك بالتركيز المطلوب.

تصنيع الحامض

هناك ثلاث مراحل في تصنيع حامض الكبريتيك. ففي المرحلة الأولى، يُحمَّض الكبريت والهواء لإحضار ثاني أكسيد الكبريت. وفي المرحلة الثانية التي تُعرف بطريقة الثلاثس، يُفْرَج ثاني أكسيد الكبريت مع الهواء لإنتاج ثالث أكسيد الكبريت. وأخيرًا، يُذاب ثالث أكسيد الكبريت في حامض الكبريتيك لِيُؤَلِّد حامض الكبريتيك المُدخَّن (الأوليوم)، الذي هو شكل فائق التركيز من حامض الكبريتيك.

استعمالات حامض الكبريتيك

حامض الكبريتيك مهم جدًا في الصناعة لأنه يتفاعل بسرعة مع المواد الأخرى، فزيلا اللزواث والأكسجين والماء والمواد الأخرى غير المرغوب فيها. وفضلا عن استعماله في تصنيع العديد من الكيماويات، يُستخدَم حامض الكبريتيك في بطاريات السيارات وفي تكرير النفط وتنظيف الخزانات.



طريقة الثلاثس

تفاعل الكبريت مع الأكسجين يعطي في غاب الحفازات، وتسريع التفاعل يُستخدم كرات صغيرة من خابث أكسيد الفاناديوم، كحفاز، إذ تُؤثِّر هذه الكرات مساحة سطح شاسعة تستقر عليها جزيئات الكبريت والأكسجين، فتتفاعل وتتفاعل بسرعة.

الرابون (الحرير الصناعي)

يُصنع الرابون من نسيجة الخشب مذاقة في مزيج من الماء والصودا الكاوية وثاني كبريتيد الكربون. ويُفَلَّغ السائل الحاصل المزج (البسكوز) عنز هذا الرأس المُظَب (به ١٠ آلاف ثقب) إلى منطش من حامض الكبريتيك لينتج غيوكا.

لزيد من المعلومات

الكبريت من ص ٥٥
الحفازات من ص ٥٦
الأكسنة والاختزال من ص ٦٤
الحامض من ص ٦٨
الأمونيا من ص ٩٠

الأمونيا

إن تستنق نَمَحَةً من الأمونيا (أو غاز النشادر) تُدرك كم هي نَفَادَةٌ رَاحَتُهُ. وفي القرن التاسع عشر كان غازُ النشادر (الذي هو مُركَّبٌ عديم اللون من التّروجين والهيدروجين) يُستخدَم في أملاح النشادر لِإنعاش من يُعَمَى عليه. واليوم غدت الأمونيا مادةً أَوْلِيَّةً مُهِمَّةً في العديد من العمليات الكيميائية ولِمتجاتها - وبخاصّة الأسمدة - التي نستفيدُ قسماً كبيراً من الإنتاج السنوي لِأمونيا، البالغ ١٤٠ مليون طن. هذه الأسمدة تُوفّر لِلنباتات التّروجين الضروري لِنبُوتها. والواقع أن نقص الأسمدة التّروجينية وميسر الحاجة إليها كانا الدافع إلى تطوير صناعة الأمونيا على نطاق واسع. ويبلغ ما تنتجُه المصانع الحديثة منها يومياً مئات الأطنان.



مكوّنات الأمونيا

الهيدروجين والنّروجين
عنا المادّتان الأساسيتان في
صنع الأمونيا. وتُستخرّ
الهيدروجين بشفاعة ميثان
الغاز الطبيعي مع بخار
الماء. أمّا النّروجين
فَيُستخلص من الهواء.



كارل بوش

فريتز هابر وكارل بوش

في عام ١٩٠٨، استخدم الكيميائي الألماني، فريتز هابر (١٨٦٨-١٩٣٤)، الجهاز المصنوع (إلى اليمين) لإنتاج الأمونيا. ولم يكن تفاعل التّروجين مع الهيدروجين عملية سهلة، لكن هابر نجح في تهيئة الظروف اللازمة لخبرتا لإحداث التفاعل. وبعد خمس سنوات، قدّم الكيميائي المصانع الألماني، كارل بوش (١٨٧٤-١٩٤٠)، جهاز هابر التّجريبي إلى الحجم الصناعي. فكان عليه أن يصمّم مُعدّات ضخمة ومليئة بتحتل الضغوط العالية وحِجرات الحرارة المرتفعة اللازمة لِإنتاج الأمونيا.



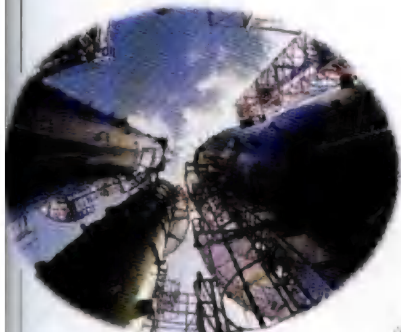
فريتز هابر

هيدروجين

جهاز هابر لِإنتاج الأمونيا

صنع الأمونيا

صُنِعَ الأمونيا اليوم في مُصانع لا تُزال تعتمد التّصاميم الأساسيّة التي وضعها بوش. وعملية التّصنيع مُعقّدة مُتعدّدة المراحل، من قبيلتها تَليّة التّروجين والهيدروجين. أمّا المرحلة الأكثر أهمية فهي تحويل الغازين إلى أمونيا. وكان بوش قد أجرى ٦٥٠٠ تجربة ليحدّد أن الحديد هو الحادّ الأفضل لِتسريع التفاعل بينهما.



مصانع الأمونيا الحديثة صمّمت ومُعدّدة، في التجهيزات التّحتية أعلاه يتم إزالة ثاني أكسيد الكبريت من الهيدروجين - وما هذه إلا إحدى المراحل في تحضير إحدى المادّتين الأساسيتين من الميثان.

يُنتج الغازات
الشاشات غاز
حجرة حفرة يبلّغ
ارتفاعها ٢٠ مترًا.

حجرة
القميد.

تُؤدّ الغازات حتى تتسبّل
الأمونيا ويُسكّر الفرملة.

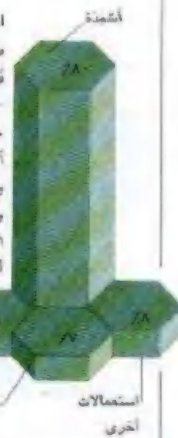
خديتًا ينفذُ القُر من تحت الهيدروجين
والنّروجين إلى أمونيا. لكن يُعدّ تدوير البقايا
اللاشفاعة تكرارًا حتى تُفقد الأمونيا.

نيتروجين تقني

ضامعة

استعمالات الأمونيا

مُضاد من أهمّها في تصنيع الأسمدة
فَلِلأمونيا استعمالات أخرى مُتعدّدة - إذ تُحوّل كمّيّات كبيرة منها لإنتاج حامض التريوك. وهذا الحامض أساسي في صناعات البُلبون والنّوريش واللاكية والتّصغيرات ووقود الصواريخ. كما تُستخدَم البوريا، المُصلّدة من الأمونيا وتأتي أكسيد الكبريت، كغذاءٍ كيميائيّ لِلحيوانات المُداجة، وفي تصنيع اللدائن.



من خضن إلى سماء

نُستخدَم التّراغون أملاح الأُمونيوم كسُباو كيميائيّ.

ويُضخّ هذه الأملاح بترج الأمونيا مع حمض الشريك الشاحن، ثم يُعدّ المحلول من أعلى لُوح دُفّ لِتساقط القطرات في تيار صاعد من الهواء البارد مُكوّنة خبياتٍ مُكوّنة من ترات النشادر.



لمزيد من المعلومات انظر

- التريوك الكيميائي ص ٢٨
- التروجين ص ٤٢
- الهيدروجين ص ٤٧
- الحفازات ص ٥٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

الكيمياء الزراعية

كثيرٌ من الطعام الذي نتناوله نتج أو أُنتج بمساعدة الكيماويات التي توفرها الصناعات الكيماوية - من أسمدة تحوي معادن مختلفة لا يزدهر نمو النباتات، أو تزدهر غلاتها وتزكو، بدونها، إلى كيماويات تتحكم في إفراج الثمار كي لا تفسد قبل أكلها، إلى مغذيات كيماوية إضافية تُسرّع وتُعزّز نمو الحيوانات الداجنة وتجنّبها الأمراض. غير أنّ كثيراً من الناس تقلّفهم كمّيّة الكيماويات المُستخدمة في إنتاج الأطعمة. فتزايد استخدام الأسمدة الكيماوية مثلاً يؤدي إلى تلوث المياه، كما إنّ بعض المبيدات قتال للنباتات والحيوانات غير المؤذية وبُعْضُ البيئة وصحّة الناس للخطر.



الأطعمة الكيماوية

بالإضافة إلى طعامها الطبيعي، تُعطي حيوانات المزارع خيمايات مغذية من الكيماويات تحوي ثروجية إصافاً يُساعد في تقويتها وتسريع نموها.



تُنتج الحشرات
بمزروعات القمح.

مبيدات الحشرات

يُقتل المبيد الحشرات بأحدى طرق ثلاث - شتاً مبيدات الناس أو شتاً بالسموم المتعدية، أو احتشاقاً بالشدخات الشامة.

قد تلتف الفطر
ممسول حقن القمح
بكماله.

مبيدات الفطر

مبيدات الفطر كيماويات قسوية، قد تحوي الفارصين والمنغيز والنحاس، يرشها المزارعون على مزروعاتهم أو يضعونها في التربة. وبذلك تمنع الفطريات من الانتشار وتلاف كامل المحصول.



تعرم الأعشاب الضارة
النباتات الأخرى من
الحور ومن الطعام.



مبيدات الأعشاب الضارة

المبيدات تقتل الأعشاب الضارة بطري متزعة. فبعض المبيدات يُعمل صلبة التحلل الصوري فيتم الأعشاب من تخليق غذائها. وتعمل مبيدات أخرى بتشجيع خلايا النسيج الإنشائي في رؤوس جذور تلك الأعشاب ويراعم انفصالها.

كيماويات لتعزيز المحاصيل

توفر الأسمدة شت المعادن التي تحتاجها النباتات. ويُكَلّ مُعدن تأثيره الخاص في تعزيز الشاء خصرياً أو إثمارياً. ولاختيار تأثير شماء معين في هذا الصدد، يقوم المزارعون بمقارنة نمو وعلة مجموعتين من النباتات شمدت إحداهما بالشماء المعين.



الزراعة

العضوية

لا تتلقى ذرور ومراشي المزرعة العضوية أي كيماويات اصطناعية - مُدب (مُحلل) بخرية لا كاشدية.

ولا كاشديات إضافية، فالزارعون العضويون يعملون التربة بالأسمدة الطبيعية (كالزبل) لتوفير المعادن اللازمة لمحاصيلهم. كما يعتمدون أسلوب تعاقب الذرور سنوياً في حقولهم لتجيد الذرور المداورة على التوالي من مختلف المعادن الموجودة في الشماء. وهذا الأسلوب يقطع أيضاً دورة حياة الآفات الزراعية ويحفّض أعدادها. أما المُغذيات الإضافية فتحصل عليها حيوانات المزرعة العضوية من الكيماويات الطبيعية المتواجدة في الأعشاب والطحالب البحرية.



مبيدات الآفات

كُلّ كائن حي يُعطل نمو المزروعات أو المواشي يُدعى آفة. فقد تكون الآفة حشرة تُناقش المزروعات على القضاء والماء والمعادن، أو فطرًا يفسد خبيرة الحاشية غير أنسجة النبات فيلتفها، أو حشرة تُلقم مساراتها خلال أوراق النبات ولماوه وجذوره. ويُقلل أعداد هذه الآفات والحذ من أضرارها يُعمد المزارعون لاستخدام المبيدات - وهي كيماويات مُصنّعة لتعطيل واحد أو أكثر من الفاعلات الحيوية في جسم الآفة.

لزيد من المعلومات انظر

- الفلوات الفلوة ص ٣٤
- التروجين ص ٤٢
- الشفور ص ٤٣
- الفلوات الفلوات ص ٧٠
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

صناعة الأغذية

لعلَّ معظم ما تناولته من طعام اليوم كان قد جُمِعَ من حقلٍ أو مزرعةٍ قبلَ عدَّةِ أسابيعٍ أو حتى أشهرٍ، لكنَّه لا يزالُ جيِّدًا طيِّبَ المذاقِ. فصناعةُ الأغذية تعالجُ الكثيرَ من أطعمتنا بالكيمياءِ ليُنقى سليماً صالحاً للأكل - منظرًا ومذاقًا. وهو بدون ذلك مُعرَّضٌ لِسُرْبِ البكتيريا (كالجراثيم والفطريات) التي سرعانَ ما تفسدُه مُحبلةً إياه، كُلهُ أو بعضه، إلى مُركِّباتٍ كريهة المذاق والمنظر، وربما سامةٍ أيضًا. لقد بدأ الإنسانُ معالجةَ الأغذية بالتعليق والتجفيف والتدخين منذُ آلاف السنين ليحفظها

قوتًا له في أشهر الشتاء الجفاف. واليوم، تقدَّمت صناعةُ الأغذية ووسائلُ نقلها بحيث عُدت متاجرنا تُعرضُ مُختلف أنواع المأكولات، من سائر أنحاء العالم، على مدار السنة.



يُنقَر الحليب
مباشرةً إلى معامل الرَبْدَة
والجبن



البَسْرَة

الغليان يفتل الجراثيم، لكنَّه يُبَلِّغ بعض المُعدَّيات أيضًا. أمَّا في البَسْرَة، فتُخسَى السوائل، كالحليب، إلى درجة ٧٠° س لعدَّة ١٥ ثانية ثم تُرَدُّ بِسرعة. بهذه الطريقة يُبَادُ الجراثيم وتُحَفَظ النكهة.



من حليب إلى جبن

الحليب مخلولٌ مائيٌّ يحوي بروتينًا وسُكَّرًا وفيتامينات ومعادن وفطريات من المُخَن تجعله أبيض اللون. غير أنَّه يحوي أيضًا بعض البكتيريا التي تختفي وتُتَكَثَر فيه، مُحزلة إياه إلى سائلٍ حمض في بضعة أيام. وقد اكتشفت أسلافنا منذ القدم إمكانيةَ حَفَظ المُعدَّيات في الحليب بتحويله إلى جبن. اليوم، نعرف أنواعًا عديدة من الجبن، لكنَّ مُعدَّتها يُعزَّز في إنتاجه بالمرحلات الأسبائية ذاتها.

لُغْلِع الحُثَارَات وتُضغَط لإزالة ما تبقى بها من مصل. ثم تُضخَّ الحُثَارَات في قوالب وتُشَدُّ على رفوف باردة حتى تتصلَّب إلى جبن.



تُضغَط القُطُر الحامضة أو الحُثَارَات قليلًا صغارًا لتيسير تصريف المصل. ويُستفاد من مصل اللبن هذا لعلف الحيوانات المزرعة.



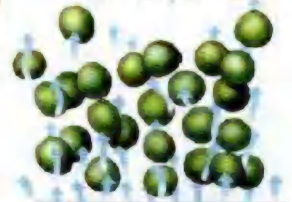
التجفيد (التجفيف المُجمَّد الخوائي)

بعندَ رُؤُود الفضاء على الطعام المُجمَّد. في طريقة التجفيد، يُجمَّد الطعام أولًا ثم يُجمَّد على ضغط خفيف. يمكن حفظ الطعام المُجمَّد على درجة حرارة الغرفة، لأن الجراثيم لا تستطيع العيش بدون ماء.



التعليق

نُشاهد في الحوائط والمتاجر، صفيها وكبيرها، قُبضًا من الأغذية المُعلَّبة، المضمونة الجودة والمُعالجة لشدو طريقة. في طريقة التعليق، الأكثر شيوعًا لحفظ المأكولات، تُغلى الأطعمة المُعالجة مُنيعةً أولًا للتخلص من أضرارها، ثم تُغلى وتُسَخَّر لإزالة الجراثيم. وأخيرًا، تُخَمَّل المُلح جيِّدًا لمنع وصول الأكسجين والجراثيم إلى محتوياتها.



التجميد السريع

الجراثيم لا تستطيعُ الاغتراف والتكاثر في طعام مُجمَّد. في التجميد المائي، تُمرَّر موادُّ الطعام الصلبة، كالتبلي على شبر لاقعة فوق عَضَب من الهواء البارد (-٣٤° س). فتتجمد حبوب البسبب في الهواء بحرية بعضها فوق بعض، كالشبابات في مائهم، وتجمد في دقائق معدودات.

مضافات الأطعمة

إعداد الوجبات الخفيفة، كالمخبنة هنا، وتناولها لا يستغرق طويلاً. غير أنّ هذه الوجبات تحوي نسباً عالية من الدهون والسكر وغالباً ما تكون مقوماتها معالجة بالكيماويات والمضافات. لذا ينبغي اللجوء إليها عند الإكراه فقط. صناعة الأغذية تستخدم المضافات لمنع فساد الطعام قبل أكله، وقد تُضفي عليه مظهراً جذاباً ومذاقاً طيباً. وهناك المئات من مختلف المضافات، بعضها طبيعي والمبعض الآخر اصطناعي.

المُكثّفات

بعض المشروبات، كالكولا، تحوي مُكثّفات كيماوية طبيعية تُزوّل نكهتها بالتحكّم مع الزمن. لذا يُضادّ إلى الكيماويات الاصطناعية ذات المذاق الأحّد والألوان غامضة لتُضفي لُحاحاً الكيماويات الطبيعية.

المُستحلبات

التُغْنِ والماء لا مزوجين، فسرعان ما يتفصل خليقتهما. غير أنّ المُستحلبات، كاللبّين (المُحجّن) من صفار البيض، تُضفي على تمارّجهم كذا في القُرْب الرائب والشوكولاتة والبوظة.

مُعالِجة الأطعمة

٤٠٠٠ ق.م. استُخدم الصلح والقدح في التخليل والتقليد في حفظ الأطعمة. ٣٠٠٠ ق.م. استُخدمت الخبيرة في صنع المشروبات الكحولية بالتخمير. ٢٠٠ ق.م. استُخدمت الكهرباء المُحرّرة في صنع اللبن الرائب بالتخمير. ١٨١٠ اكتشف تولدافرسو أير (١٧٥٢-١٨٤٦) طريقة لحفظ الطعام في أوعية محكمة السد. ومن هذا الاكتشاف تطورت صناعة التعليب. ١٨٦٥-١٨٧٠ ابتكر لويس باستور (١٨٢٢-١٨٩٥) طريقة لقتل البكتيريا الضارة في النبيذ والجعة. حوالي ١٩٢٥ طُوّر تشارلز بيردزاي (١٨٦٦-١٩٥٦) طريقة لحصيد الطعام بسرعة.



مُضادّات التأكسد

تتفاعل الدهون مع الأكسجين فتولّد حموضاً كريهة الطعم والرائحة تُفسد الطعام. وتُستخدم مُضادّات التأكسد لمنع هذا التفاعل. ومن هذه المُضادّات هيدروكسي التولوين البوتيلي الذي يمنع تفسد الدهن في رقائق الفطير.

في مُزج الشطائر، يمنع فيتامين ج (حمض الأسكوربيك) تفاعل الأكسجين مع دهن الشح.

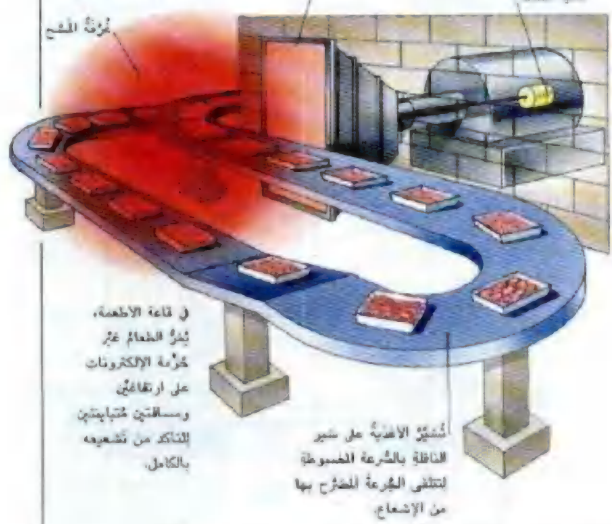


الوقود الكيماوية، مثل بيكرينات الصوديوم والأمونيوم، في البسكويتات تُمنح نكهتها وتنع عنها التقلّبات اللونية والحمضية.

منظر الحلوى والسكاكر الملونة اصطناعي يُعزى بتناولها.

الحفاظ

الأملاح والسكر تُستعمل الجراثيم والمُطهرات وتقلّلها. لذا يُضاف بركت الصوديوم إلى التخليل، وسوربات البوتاسيوم إلى صالصة البندورة الحرة. فمثلاً هذه الحافظة تصون الطعام طويلاً. يثقي يوثق الملح حموضة الإكترونات مركزاً في مساحة ضيقة من وحدة العالجة عالية الطاقة.



في قاعة الإشعاع، يُدرّ الطعام عبر حموضة الإكترونات على ارتفاعين ومسافتين متباينتين لتتأكد من تشعيه بالكامل.

أشعّة الأشعة على سير الناظرة بالشرعة المضبوطة لتتلقى الجرعة المُدرّج بها من الإشعاع.

التشعيع

تُستخدم هذه الطريقة الإشعاعية التي تخترق الأطعمة فتقتل ما فيها من متعضيات. لكن تشعيع الثمار والخضار يفسد نكهتها ويوقف نموها. كما إنّ التشعيع يُغيّر جزيئات الطعام ذاته، وقد يتلف الفيتامينات والمغذيات الأخرى فيه. لذلك، وبسبب الخوف من ارتفاع مستوى النشاط الإشعاعي في الأغذية المُعالجة، يبقى تعريض الأغذية للإشعاع تقنية مثيرة للجدل والخلاف.

البكتيريا المُفيدة

يتحوّل عصير الينب في هذه الحوامي إلى تبيد يقتل ملايين خلايا البكتيريا الضارة. وقد استُخدمت هذه الحوامي منذ آلاف السنين في صنع المشروبات الكحولية والخمر. هذا الاستخدام طُوّر اليوم لصنع موادّ ناعمة أخرى من موادّ لافيدية فيما يُسمى بالتقانة البيولوجية. فبعض البكتيريا تستطيع تحويل البنتانول، المُخمر من الحاز الطبيعي، والنباتات، من صناعة الوي، إلى عُلق لبصوات التزارع.



لمزيد من المعلومات نظّور
النشاط الإشعاعي (القائمة الإشعاعية)
ص ٢٦
الأشعة والأجزاء ص ٦٤
كيمياء الأغذية ص ٧٨
الاحصاء ص ٨٠
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

صناعة القلويات

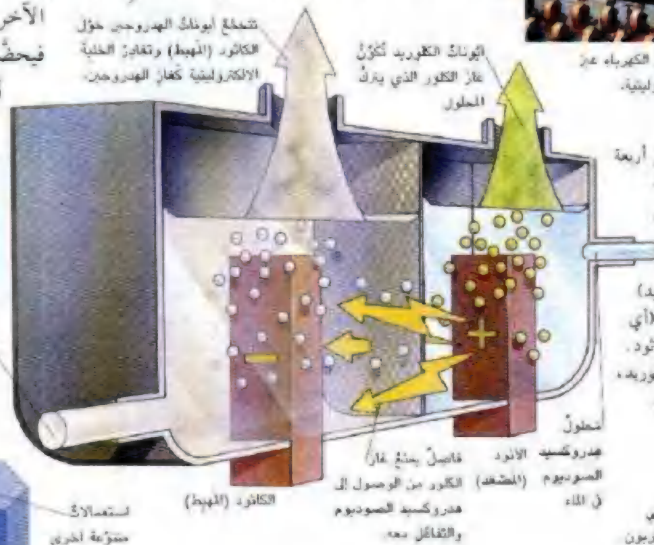
القلويات المحضرة من ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) أساسية في صنع الصابون والقلويان الأهم اللذان يُحضّران من هذا الملح هما هيدروكسيد الصوديوم وكربونات الصوديوم. والواقع أنّ هذين القلويين هما الأهم بين ما تنتجه صناعة القلويات إذ يُستخدمان في صنع منتجات عديدة. ويبلغ ما تنتجه المعامل الكيماوية في مختلف أقطار العالم، من كل منهما، حوالي ٣٥ مليون طن سنوياً. يُحضّر هيدروكسيد الصوديوم بأمّار تيار كهربائي عبر محلول ملحي. وتنتج عملية الكهرتلة هذه في الوقت نفسه غاز الكلور. يعني أنّ مصنع هذا القلي هو مصنع للكلور أيضاً. أمّا القلي المهم الآخر، كربونات الصوديوم، فيُحضّر من محلول الملح وثاني أكسيد الكربون بطريقة صولفي خاصة.



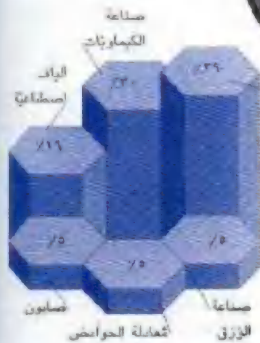
يُحضّر هيدروكسيد الصوديوم بأمّار الكهرباء عن السائل الملحي في هذه الخلايا الإلكتروليتية.

هيدروكسيد الصوديوم

تألف محلول الملح في الماء من أربعة أنواع من الأيونات هي: أيونات الصوديوم والكلوريد والهيدروجين والهيدروكسيد. وفي أثناء الكهرتلة تجذب الأيونات الشّابّة (أي الكلوريد والهيدروكسيد) نحو الأنود، والأيونات الموجبة (أي الصوديوم والهيدروجين) نحو الكاثود. وعندما يفصل الصوديوم عن الكلوريد، يتفاعل مع الماء فبؤله هيدروكسيد الصوديوم.



يسكن زيادة تركيز هيدروكسيد الصوديوم بتدفق بعض الماء من المحلول



استعمالات هيدروكسيد الصوديوم

المعروف عن القلويات أنّها تُعالج الحواض. لكن لهيدروكسيد الصوديوم في الصناعة استعمالات عديدة أخرى تشمل تصنيع موادّ التظهير والأدوية والأصباغ والشحومات الطعنة. كما تُستخدم أيضاً في معالجة الأغذية والفلزات والمخاط.



استعمالات كربونات الصوديوم

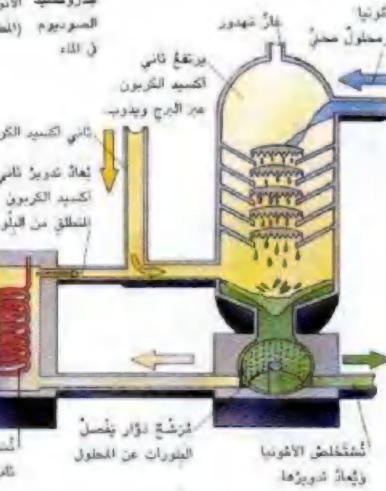
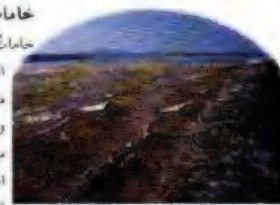
أعانت شاهدت هذا القلي بشكل بطورات صودا الغسل لكثرة يُستخدم أيضاً في تصنيع شحبات عديدة نشي - من التخرّبات والأكسدة إلى الفور الفور غرافة والمصنوعات الجلدية.

كربونات الصوديوم

تُستخرج أمبيبي جيتار البورارات لظرد ثاني أكسيد الكربون والياء منها.

خامات التروثا

خامات البحيرات انجاثو والأحواض الطرورية الطبيعية، في مناطق مختلفة من العالم، تتألف من كربونات وبيكربونات الصوديوم. وهي مصدر مهم لكربونات الصوديوم إذ يمكن استخلاصها منها بة شهيرة دون اللجوء إلى طريقة صولفي.



كربونات الصوديوم

يمتص المحلول البلسجي ثاني أكسيد الكربون ليكوّن كربونات الصوديوم. وفي طريقة صولفي، يُذاب ثاني أكسيد الكربون في المحلول الملحي والأثرية فينتج في المحلول بطورات من بيكربونات الصوديوم وهيدروكسيد الأمونيوم. ثم تُحمى البطورات الناتجة للحصول على كربونات الصوديوم.

لمزيد من المعلومات انظر
الترابط الكيماوي ص ٢٨
الفلزات القلوية ص ٣٤
الهالوجينات ص ٤٦
الكهرتلة (التحليل بالكهرباء) ص ١٧
القلويات والقلو ص ٧٠
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

الصَّابُونُ وَالْمُنْظَفَات

الصَّابُونُ مُنْظَفٌ أساسيٌّ لا غنى عنه لتحقيق مُستوى نظافةٍ مقبول. فالماء وحده، رغم استطاعته إذابة الكثير من الأوساخ، عاجزٌ عن إذابة الشحوم والدهون؛ لكن حين يُفكَّكها الصابون فإن الماء يشطفها بسهولة. يُحضَّر الصابون بتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع الدهون أو الزيوت الحيوانية والنباتية. بعض أنواع الماء غير لا يرغب فيه الصابون لاحتوائه مركبات كيميائية تتفاعل مع الصابون لتكون أملاحاً غشائية غير ذوابة. المنظفات الاصطناعية تحاكي فعل الصابون، أكان الماء يسيّراً أو عسيراً، دونما زبد أو غشاء؛ وهي تحضَّر بمفاعلة كيميائيات من النفط الخام مع حامض الكبريتيك.

تجذب
جزيئات
الماء رؤوس
جزيئات المنظف
أليفة الماء، وذلك
ترتفع جزيئات الشحم
والمُنتظف في الماء ويشكل
شكلاً

فلنظف اوساخات



سائل جاف



صابون



مُنْظَفَاتٌ مُخْتَلِفَةٌ

تعمل المنظفات المختلفة بأساليب شتى. فالصابون يغطي الجلد بجزيئات شريطة للشحم. وفي الشامبو كيميائيات إضافية تكيّف الرغوة على الشعر بينما تفكك الشحم. أما منظفات الأرضيات فيحوي كيميائيات معززة لإزالة الأوساخ الرملية أو العنينة. وتحوي سائل الجلي كيميائيات أخرى لإزالة قشور الأطعمة العنينة.

جزيئات المنظف في الماء
رأس الجزيء
أليفة الماء
ذيل الجزيء
أليف الشحم
ذيل من الشحم
على سطح واسع

تتخلل ذبائل جزيئات
المنظف حوز الشحم ثم تقوض فيه، فيما
تظل رؤوس الجزيئات أليفة الماء خارجة.

تحت ضغط
مرتفع تتفاعل
الدهون والزيوت
مع الماء الساخن
لتكوّن حوامض
أليفية وجليسول.



عندما يغلر يتفاعل هيدروكسيد
الصوديوم مع الحوامض
الدهنية لينتج الصابون.



مخلول ملح
خثارة الصابون تتكوّن

يتكوّن الجليسرين في
الحلول الملحي. لذا
الصابون غير القذوب
في هذا المحلول
فيرتفع إلى سطح
الغلاية كخثارة.

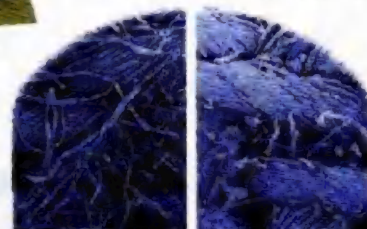
الحلول الملحي
مع الجليسرين

صنع الصابون

لصنع الصابون، تسمى الدهون أو الزيوت حتى تفكك إلى حوامض دهنية وجليسول. ثم تفاعل الحوامض الدهنية لتنتج الصابون والجليسول. ويترأى الجليسول من الصابون بإفائه في تخليق ملح. وقبل تشكيل الصابون إلى كتل أو خثارات أو ساجير، تُضاف إليه كيميائيات مختلفة لقتل الجراثيم وإزالة غسّر الماء وإضفاء اللون والرائحة المظلوطين. إن خثارة قلع من الصابون من مراحمها الأولى لا يستغرق أكثر من 15 دقيقة.

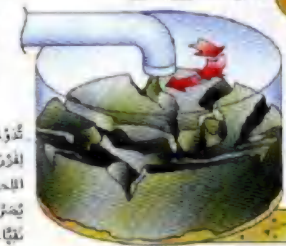
عملية التنظيف

عندما تمشح الأرضية بجهد، يشارك الصابون أو المُنْظَف بجهد مُماثل. إذ إن لجزيئات الصابون والمُنْظَف رؤوساً أليفة للماء وأذيالاً أليفة للشحم. وعند مرجح الصابون أو المُنْظَف بالماء، فإن الرؤوس أليفة الماء تلتصق فيه، فيما تلتصق الأذيال أليفة الشحم بالشحم وتزيّله عن السطح.



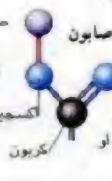
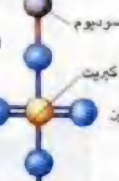
تنظيف الأمتعة

أثاث القمص المطية (إلى اليسار) مُنْظَف بالشحم. عند غسل القمص نهائياً جزيئات الصابون والمُنْظَف الشحم الملصق بثلث الألياف وتزيّله (إلى اليمين).



رؤوس الجزيئات

يحوي الماء الغير ذرات من الكالسيوم أو المغنسيوم. وهذه الذرات تُشَلِّح مُشَلِّح ذرات الصوديوم في رؤوس جزيئات الصابون أليفة الماء فتكوّن غشاءً رقيقاً.



يحل الكبريت محل الكربون في رؤوس جزيئات المنظف أليفة الماء، فلا يعود الكالسيوم والمغنسيوم يكزمان الماء أو الزيت.

مُوقَمَاتٌ مساحيق الغسيل

تحوي معظم مساحيق الغسيل أنزيمات بمقدورها تفكيك الجزيئات في بقع الغرق والدم. كما تحوي مُضَاعَاتٌ صابغية تكيّف الملابس زهراً وإسرافاً - إضافة إلى كيميائيات تربل غسّر الماء أو تعزّز لإزالة الأوساخ ونعنت عودة ترسبها على الملابس المُنْظَفَة، أو تحفظ الحامضة ثابتة لمحتلف التفاعلات الكيميائية.



لزيادة من المعلومات انظر

- المُفسّر ص ٤٣
- الدُّرُجَات والقياسات ص ٥٨
- المحاليل ص ٦٠
- الفوليات والقواعد ص ٧٠
- كيمياء الماء ص ٧٥
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

مُنتجات الفحم

عندما تُحرق الفحم تُطلق طاقةً وكيمائياتٍ احْتُبِست منذ ٢٥٠ مليون سنة، حين أُخِذَتْ أعدادٌ ضخمةٌ من النباتات المُتَبَيِّنة تتحلَّل بِطَءٍ إلى فُحْمٍ، يُزوَّدنا الفحم بالطاقة اللازمة لتدوير المُولِّدات الكهربائيَّة في الكثير من محطات التَّغْدِيرَة. كما إنَّ إحماء الفحم بِمُغْزِلٍ عن الهواء، يُحوِّله إلى فحم الكُوك، الذي هو وقودُ أفرانِ السَّعْجِ المُستخدَمة لاستخراج الفِلِزَّات، كالحديد، من خاماتها. وقد يُعالِج الكوك لإطلاق كيمائياتٍ أُخرى - كالأُتُونِيَا والقار وغاز الفحم (غاز الاستِصباح). وهذه الكيمائياتُ يُمْكِنُ تحويلُها إلى كيمائياتٍ جديدة لتصنيع الكثير من المنتجات المختلفة كالأصباغ والدَّهانات والأدوية. والواقع أنَّ هنالك أكثر من ٢٠٠٠ مادة كيميائية يُمْكِنُ صُنْعُها من الفحم.



قَبْدُ الصَّخْمِ

في غامِ الأزمان استخدِمت نباتاتُ السَّيْتَلَمَات حافَّةُ الشَّمْسِ وكيمائياتُ نباتها لِيَبَاءَ واختزان الطاقة الكيميائية في خلاياها. وعندما ماتت تلك النباتات تحوَّلت بقاياها إلى فُحْمٍ.

مِن فُحْمٍ إِلَى كُوكٍ

عندما يُحْمَسُ الفحمُ في أفرانٍ بِمُغْزِلٍ عن الهواء إلى درجة حرارةٍ تتراوح بين ٩٠٠° و ١٣٠٠° س. يبعثُ منه مزيجٌ من الغازات والسَّوَالِج - يُشَقَّلُ نالِيًا إلى غاز الفحم، ومُحلَّول الأُمُونِيَا المائي، وقار الفحم. أمَّا الحامِضُ المُشَقَّى فهو الكُوكُ الذي يحوي أكثر من ٨٠ في المئة من الكربون.



يُنتِجُ غازُ الأُتُونِيَا في حِمامِ الكربونيك فينبُغ من ثقافتها بِلُورُثِ كبريتات الأمونِيوم. وقد ظنَّ هذه البِلُورُثُ المصدرَ الرئيسيَّ للأشعة الكونية حتى العام ١٩٩٣.

سائل
الأُتُونِيَا

تُصنَّعُ أنواعٌ عديدة من الكُوكُ بِاعتمادٍ لِنوع سبختة من الفحم إلى درجات حرارة خفيفة أو عالية. وتُستخدَمُ أنواعُ الكوك هذه زُكْدًا في الصناعات أو لِتُنتِجَت في المنازل.

الكُوكُ

المُحراقُ الفحم

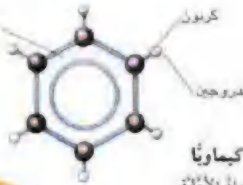
قار الفحم



كيمائياتُ قار الفحم

يحوي قارُ الفحم العديد من الكيمائيات المُفيدة، التي يجري فُصلُها بالضغط إذ يُنْجَل منها درجة غليان مُختلفة. هبَّ الكيمائيات ذات درجات الغليان العالية الزُفْتُ والكُروِيوت، ومن ذات درجات الغليان الأقلَّ البترين وحمض الكربونيك.

لُحْمُ الأشجار المُفْتَمَّة بِشَبَدَاتٍ تُسبِغُ من قار الفحم



البَنْزِينُ مركَّبٌ خَلَقِي من ذرات الهيدروجين والكربون.

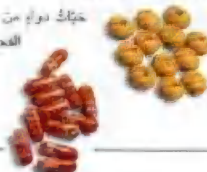
كربون

هيدروجين

جُزْئِيَّاتٌ مُفيدة كيميائيًا

تُتَحلَّلُ الجُزْئِيَّاتُ في قار الفحم المواد الأولية تُشَقَّلُ الجُزْئِيَّاتُ من الكيمائيات الجديدة، فإضافة كيمائياتٍ أُخرى إلى تلك الجُزْئِيَّات يُمْكِنُ صُنْعُ آلافٍ من المركبات المُفيدة. فالكُروِيوت يُستخدَمُ دومًا لتكرير كمادة حافظة للخشب، وتُستخدَمُ جُزْئِيَّاتُه المُختلفة، مُتَعَبِّلَةً، موادَّ أوليَّة لصناعة المُبيدات والأدوية.

خَبَثٌ دوائِيٌّ من قار الفحم



شُتِّعَتِ الأصباغ الاصطناعية الأولى من الإينيين - أحد المركبات في قار الفحم

لُحْمٌ مِن مَعْلُومَاتِ الظُّفَرِ

الكربون من ٤٠
الأُتُونِيَا من ٩٠
مُنتِجَاتُ الغاز من ٩٧
مُنتِجَاتُ النَّظِّص من ٩٨
الأصباغ والخشب من ١٠٢
حقائق ومعلومات من ٤٠٦

المُلوَّنَات والمُبيدات في الخمسينيات من القرن التاسع عشر، صُنِعَ الكيمائِيُون الأصباغ الاصطناعية الأولى من كيمائيات قار الفحم. فكانت أكثرُ زُخْرًا من معظم الأصباغ الطبيعية وأشدَّ منها رسوخًا في الأقمشة كما إنها لا تبهت بالشمس. وعندما اكتُشِفَت الخصائص المُتَفَرِّدة لحمض الكربونيك (أحد كيمائيات قار الفحم)، أُضيفَ إلى الصابون لِغُسلِ الجراثيم.

هناك أربعة عازات أساسية
في العاز الطيبي،
نسب مئوية متقاربة -
هي في المعدل: ٨٠٪
مبان، ٧٠٪ إيثان، ٦٠٪
بروبان و ٢٠٪ بيوتان.

يُخَفِّضُ الضَّغْطَ لِكَيْ تَسِيلَ
الْهَدْرُ وَكَرْبُونَاتُ
الْثِقِيلَةِ

تُزال شوائب الغاز الطبيعي بواسطة مستوعبة.
لخفض الضغط تنزل بعض الهيدروكربونات
الثقيلة وتنفصل عن الغاز، كما تُزال الماء
بالتكثيف، ويتم امتصاص الكبريت وثاني
أكسيد الكربون بكميات ذات خاصية.

في صنع البترول

في وحدة الاستخلاص يُفصل الميثان عن الغازات الأخرى وعادةً يُبقى من سواها

تستعمل قاع مضخات لتحميل السوائل في الناقلات.

في هذا العمود، تُضخ الحرارة الإيثان إلى أعلى حيث يُفصل بالموكب خاص في حين تُنقل الغازات والسوائل الأخرى إلى العمود التالي.

يُستخدَم البترول الطبيعي المُستخرج وتُؤخذ السوائل

هنا، تُنقل الحرارة الإيثان إلى أعلى، وتُفصل بالموكب خاص، (وهو البترول الطبيعي) عن القاع

عندما يُفصل الإيثان، يُفصل جزيئاته من الهيدروجين، مُضغَّاة إلى إيثان، الرابطة الثنائية بين ذرتي الكربون تجعل الإيثان أكثر فاعلية من الإيثان وتُفكر فائدة كمادة أولية.

اللدائن

تُستخرج الصناعة الكيماوية العالمية من الغاز الطبيعي والنفط حوالي 80 مليون طن من الإيثان سنوياً. يتفاعل الإيثان بسهولة مع

تُفصل الإيثان بالموكب خاص للمعالجة في وحدات كيميائية

تُفصل الإيثان بالموكب خاص إلى صهرين تخزين

تُفصل الإيثان بالموكب خاص إلى صهرين تخزين

الغاز المُستعمل

يُستعمل البترول والبرهان بالضغط، لتكثيفه بنفثان

تستخرج الصناعة الكيماوية
العالمية من الغاز الطبيعي والتقطط
حوالى ٤٠ مليون طن من الإيثين
سنوياً، يتفاعل الإيثين بسهولة مع
كيماويات أخرى، أو ذاتياً
(بالبلمرة «الكوترية») لينتج مواد
واسعة من المواد البلاستيكية.

سَيَلَّ الْيُونَانُ وَالْهَرَوِيَانُ بِالضَّغْطِ، لَكِنَّهُمَا يَنْغُزِرَانِ
ثَانِيَةً بِرَوَالِهِ. وَتَعْتَمِدُ مَوَاقِفُ الْمُخِيمَاتِ وَالْمَرَايِسِ
الْفُجَاعَاتِ عَلَى الْغَارِ الْمُسَيَّلِ.

الكيمويات المُؤدَّة في ثقب الغاز الطبيعي لها استعمالها أيضا. فالكبريت يُؤمِّر المادة الأولية لصنع حامض الكبريتيك، ويستخدم الهيدروجين في صنع الأمونيا. أمَّا الهليوم، الغاز اللامتناهي والثالث الحثَّة، فيستخدم في حمة المصابيح والتحكم في ضغط وفود الصواريخ.

- الكربون ص ٤٠
- سلوك الغازات ص ٥١
- فصل الميخات ص ٦١
- منتجات النظم ص ٩٦
- منتجات القط ص ٩٨
- القط والغاز ص ٢٣٩
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

في البطيئة واحتية
تربيع اللاتية ما هما
نوعان مقل من
تلات اللاتية
تتيرة المصنعة من
شين

مُنْتَجَاتُ النَّفْطِ

لا يقتصِرُ استعمالُ النَّفْطِ على توفيرِ الطاقة لَتَدْوِيرِ عجلاتِ السَّيَّاراتِ فقط، بل يَتَعَدُّهُ إلى تعبيدِ الطُّرُق التي تَسِيرُ عليها أيضًا. يتواجدُ النَّفْطُ «الرَّيْثُ الخام» طبيعيًا كسائلٍ أسود لزج حاد الرائحة في باطن الأرض أو تحت البحر. ويتألفُ في معظمه من الهيدروكربونات (وهي مُركَّبات من ذَرَّاتِ الهيدروجين والكربون) مُترابطة في سلاسلٍ طويلة تُكوِّنُ منذ أكثر من ٢٠٠ مليون سنة من انحلال بقايا الحيوانات والنباتات البحرية المُتَدَيِّرة. وقد اكتشفَ الكيماويون في مطلع القرن العشرين أنَّ بإمكانهم قُضْلُ هيدروكربونات النَّفْطِ المختلفة

بالتسخين والتقطير التجزيئي. وهم يُصنِّعون اليوم آلاف المُنتجات من الرَّيْث الخام.



غازات البضفة

على ٢٠ من البقي أوبعة هيدروكربونات فقط في الحالة الغازية هي: الميثان والإيثان والبروبان والبيوتان. وتُستخدم بعض الميثان والبروبان وقودًا لإحساء النَّفْطِ في عملية التنجزة، لكن معظمه يُستخدم في صنع الكيماويات. ويُعبَأ البروبان والبيوتان في القوارير وقودًا لسواك وقطارات الغاز الطالقة.

النَّظَا

يتكثف هذا السائل الأسفر على درجات الحرارة بين ٧٠ و ١٦٠°س. ويتراوح نحتوي جزيته من ٨ إلى ١٢ ذرة من الكربون، مما يُعزِّز استخدامه في صنع وقود للسيارات والتدفان والكيماويات مختلفة من أدوية ومبيدات وأسمدة. كما يُستخدم كصليب لمعالجة المقاطع واستخراج الزيت من التُّرْب.

رَيْثُ الغاز (السُّولار أو الغازوت)

يتكثف رَيْثُ الغاز في مدى حراري يتراوح بين ٢٥٠ و ٣٥٠°س، ويحتوي جزيته من ١٢ إلى ٢٠ ذرة كربون. وتُستخدم رَيْثُ الغاز في صنع وقود الديزل وزيت التفتة المركبة. كما يُلَبِّس به الأسفلت لِيَتَشَبَّه قُوَّتُهُ.



ترتفع الغازات في العمود غير لتكواب للثقافة. فإذا كانت درجة الحرارة خفيفة بالقطر لتكاثف الغاز على الكوب ويسلك سائلاً.



يتميز الأسفلت شطوط الكثير من المراكبات في العالم.

مُخْلَقَاتُ التَّقْطِيرِ

كُلُّ الهيدروكربونات التي بحري التجزيء منها أكثر من ٢٠ ذرة كربون تتكثف حالما تدخل إلى العمود. ويتم قُضْلُ تَرجيح الهيدروكربونات الثقيلة بالإحساء إلى الحصار على رَيْثُ التزايين والتزايين والسُّنْج والغاز.

الهيدروكربونات الثقيلة، أو الطويلة السلسلة، سوداء اللون، شمعية، غليظة القوام.



الهيدروكربونات الخفيفة، أو القصيرة السلسلة، باهية اللون سائلة ورقية القوام.

الرَّيْثُ الخام

يحتوي النَّفْطُ مزيجًا من الهيدروكربونات، المتباينة عدد ذرات الكربون في سلاسلها. وتتميز لِسْت هذه الهيدروكربونات في النَّفْطِ من موقع إلى آخر. فَمِنَ الشرق الأوسط بحري الكثير من الجزيئات الطويلة، التي تجعله غليظ القوام. أمَّا بَلَدُ بحر الشمال فالتجزيئات الطويلة فيه أقل، وهو أرق قوامًا.

الغازولين

بين ٢٠ و ٧٠°س يتكثف سائل رقيق القوام يدعى الغازولين أو البنزين. ويتراوح عدد ذرات الكربون في هيدروكربونات الغازولين بين خمس وعشر ذرات. وتُستخدم الغازولين غالبًا كوقود لسيارات، لكنه يتكثف أيضًا مادة أوتة لِيَصْنَعَ اللدائن والبتانات.



الكيروسين

يتكثف الكيروسين أو انكار كسائل رقيق خفيف على درجات الحرارة بين ١٦٠ و ٢٥٠°س، ويتراوح محتوى جزيته من ١٠ إلى ١٦ ذرة كربون. وتُستخدم الكيروسين في صنع وقود طائرات للاحتراق في المحركات النفاثة. كما يُستخدم للتدفئة والإضاءة وفي مبيدات البعوضات.



يُغلى الرَّيْثُ الخام في قدر إلى حوالي ٢٠٠°س قبل دخوله كغازات إلى عمود التقطير التجزيئي.

التقطير التجزيئي

عند إحساء الرَّيْث الخام (النَّفْط) إلى درجة حرارة مُعَيَّنة تتحول هيدروكربونات إلى غازات مختلفة. ثم يعود كُلُّ غاز فيتكثف إلى سائل على درجة حرارة مُحدَّدة مختلفة. وهكذا يمكن قُضْلُ الزيت إلى أجزاءه المُختلفة، بالتقطير التجزيئي. يُقَلَّمُ الرَّيْثُ الخام حارًا على مقربة من قاعدة العمود، فتتكثف الهيدروكربونات الأثقل على الفور وتنتقل إلى المستوى السفلي. أمَّا الهيدروكربونات الأخرى، فترتفع بحالتها الغازية غير العمود حتى تبرد بما فيه الكفاية لتتكثف سوائل (على درجات حرارة أقل قليلًا من درجة غليانها). ثم تُنْقَلُ هذه الهيدروكربونات بالأنابيب للمعالجة اللاحقة.

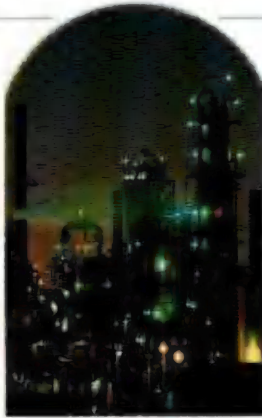


تفكيك الجزيئات

إن أفضل هيدروكربونات القطع بالتقطير التجزيئي
يعطينا أكثر مما يمكن استخدامها من الجزيئات
الطويلة السلسلة، وأقل مما هو مطلوب من
الجزيئات الأصغر كالميثان والغازولين. أما التكسير
المحفز فيُنشَق الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات
صغيرة أكثر نفعاً. في عملية التكسير يُخسِر الزيت
القليل تحت الضغط في حجرة تكسير لحامضة
تصنِّغ بعض الروابط بين ذرات الكربون تاركَةً
تربطاً من الهيدروكربونات ذات السلسلة الأقصر.
وتستخرج عملية التكسير باستخدام حفّاز كيميائي، كما
يمكن إجراء التكسير على درجة حرارة أخفض.

يتم التكسير
صناعياً على
نطاق واسع في
وحدات تكسير
شخمة.

يُحلّل هيدروكربون سبّ عشريّ ذرات الكربون
إلى جهاز التكسير المحفّز لتقسيمه إلى مزيج من
الهيدروكربونات الخفيفة. وبعد التكسير يُمرَّر
المزيج غمّ عبور شجرة لفصل أجزاءه.



داخل جهاز التكسير

تُمرَّر الهيدروكربونات المُحمَّاة بالبخار فوق
مسحوق الحفّاز الساخن المولّف من جل السيليكا
والألومينا. فيُمرَّر الحفّاز سطحاً شامخاً تنفّك
عليه الهيدروكربونات الكبيرة إلى هيدروكربونات
أصغر وأكثر نفعاً.



يُنشَق الحفّاز باستمرار
ويُعاد لتدويره.

يتمزج مسحوق الحفّاز
مع الهيدروكربون
في بخار الماء.

يُسلِّخ الحفّاز
بترسيب القار
والنوك عليه خلال
عملية التكسير.

فهو يثقل شعاعي ذرات
الكربون فيشتغل في
صناعة البتروزيين.

الهيدروجين ثلاثي ذرات
الكربون، يُشتغل في
صناعة اللدائن.



نعم لدائنة
من البوليإيثين

اللدائن

إذا شقّ الإيثين
لحم الضغط ترتبط
مجموعات هيدروجين ٣٠,٠٠٠ أو
أكثر من الجزيئات لتكوّن سلاسل طويلة
من البوليإيثين. ومن المواد اللدائنية الأخرى
التي تُصنع من الإيثين البوليسترين. وتُحطّر
سراج التزيين مع الإيثين. وأحد استعمالات
البوليسترين هو في صنع لعب الأطفال المأمونة.
كذلك يُصنع كلوريد البوليأثيل من الإيثين والكلور.

استعمالات الإيثين المتعددة

تُفضّل المركّبات بعد التكسير في عبور التجربة.
والإيثين، أحد تلك المركّبات، شديد التفاعلية بحيث
يسطيع الترابط مع كيمويّات كثيرة أخرى. وحتى مع جزيئات
أخرى منه، مكوّنات العديد جداً من السوائل والمواد الصلبة.

يتفاعل الإيثين مع الماء لإنتاج
كحول للدهانات والخطوط.



الإيثين

يُضاف الماء بعد
التكسير
إيثانول
(كحول إيثيلي)

يُضاف البروم
بعد التكسير

إيثان ثنائي البروم

الإيثانول

يُجدد الإيثين مع الماء لتفجير الإيثانول، أو
الكحول الإيثيلي - السليلب المهم في تصنيع
العديد من الدهانات ومُستحضرات التجميل
والعطور والصابون والأصباغ. وإذا أُضيف
الأكسجين إلى الإيثانول يُنتج حامض الإيثانويك
(أو حامض الخليك) الذي يُستخدم في صنع
الالباب الإشعاعية.

مُضافات بترزيي

إضافة البروم إلى الإيثين تُنتج الإيثان
ثنائي البروم - ويُستخدم هذا كحشويّة
إلازمتان في ولّد المحركات فهو يمنع
اشتعال البزير قبل الأوان الذي يُسبّب
«الخطّة» ويُقلّل من أداء المحرّك.



لمزيد من المعلومات انظر

- البنية الذريّة ص ٢٤
- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- البأوروت ص ٣٠
- المُحرّك والمعادن ص ٢٢١
- حفّاز ومعلومات ص ٢٠٦

المكثورات (المبلمرات)

بروتينات الشعر والصوف، كما النشا وسليولوز الفُطْن، مكثورات طبيعية تتألف من جزيئات مeroقة قوية طويلة السلسلة. واللدائن هي مكثورات صناعية وخدامها البنائية جزيئات أصغر تسمى موحودات. أولى اللدائن هي الباراكسين المشوبة إلى مصنعها البريطاني ألكسندر باركس عام ١٨٥٠. لكن إنتاج اللدائن للاستخدام الصناعي بدأ بظهور الباكليت عام ١٩٠٧. واليوم تشمل المكثورات مختلف اللدائن والراتينجات والأقمشة والطلاءات وبيوها من الكيمائيات؛ وهي تصنع بتركيب وخصائص متنوعة تلائم متطلبات استخدامها المتعددة المجالات.



يوليسر أو مكثور تعني المُعَدَّد الأجزاء، والجدة أو الوحدة البنائية التي يتألف منها البوليسر تسمى مونومر أو موحود.

الحبيبات اللدائنية

تُصنع معظم اللدائن المُصنَّع على شكل حبيبات أو قررات - حبيبات البوليسرين بيضاء وحبيبات البوليلين شفافة. عند مسه هذه الحبيبات يمكن تلويها وتشكيلها أشياء حسب الطلب.

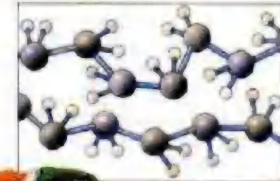
الباكليت

خلال إحدى تجاربه، وجد إيو باكلند (١٨٣٦-١٩٤٤) مُعْدَّةً لَرَجَّة في قعر جهاز الاختبار. هذه الكُتلة لانت بالسخن أولاً ثم تصلدت وخمدت. وقد خشن باكلند من خصائص تلك المادة فصنع منها لدنية مقاومة ومتينة، يمكن توليفها بأشكال مختلفة، أسماها باكليت، واستخدم الباكليت لفترة طويلة في صنع آلات التصوير وأجهزة التلفون والمقابس الكهربائية.

كلوريد الفانيل شديد التفاعلية بسبب وجود رابط ثنائي بين ذرتي الكربون فيه. وهو الموحود الذي يُنتج منه كلوريد الفانيل المتعدد.

السيلولويد

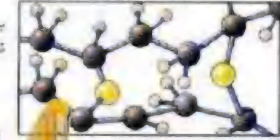
خطر الكيميائي الأمريكي، جون هيات، السيلولويد بتغيير بعض مقومات الباراكسين. واستخدم السيلولويد في صنع إطارات النظارات والأفلام المتوهجة، غير أن لدائن أخرى حلت محله اليوم.



هذه الكُتلة البنية القابلة للشد مصنوعة من كلوريد الفانيل المُعَدَّد وهو من اللدائن الحرارية.

اللدائن الحرارية (المصهرة بالحرارة)

إن تسق ترتيب سلاسل المكثور يؤثر في سلوك وخواص المادة اللدائنية التي تُصنع منه عند الإحماء. ففي اللدائن الحرارية، تنظم السلاسل جنباً إلى جنب، دون روابط فيما بينها. فعندما تُحمى، تنزلق السلاسل بعضها فوق بعض وتفسد المادة اللدائنية، ثم تعود لتصلب عندما تبرد.



البلمرة بالتكاثف

من طرائق التكوّن أيضاً البلمرة بالتكاثف. في هذه الطريقة يُتحد جزيء صغير عند ترابط موحودتين. وهذا ما يحصل في صنع التيلون، فمع كل موحود ينضم إلى السلسلة، يُطلق جزيء من الماء.

اللدائن الصلبة - الثابتة حرارياً

المكثورات كالبيلاين والسليكون لدائن صلبة ثابتة حرارياً. فسلاسلها المُبلمرة مترابطة بعضها مع بعض في تشابك متين. وهي لدائن غير قابلة للانصهار لأن سلاسلها ثابتة لا تتحرك.

ما زالت تُحرّك اللدائن تُصنع من السيلولويد.

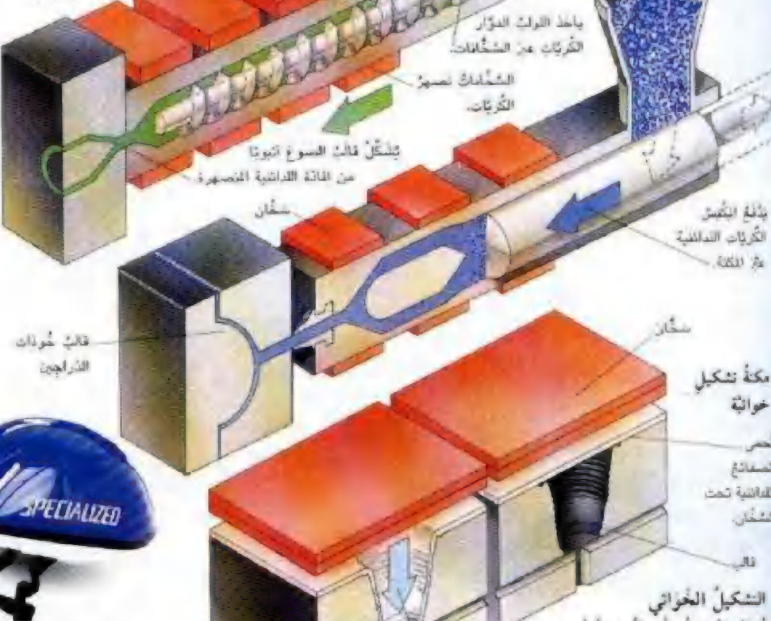




استعمال المكنورات
المكنورات، بالشكل الخيبي أو الكروي الذي تُحضر به، لا تكاد تجد استخدامات عملية تُذكر كما هي. لكنّها بالإحما، تتداخل معًا لتكون مادة سهلة التشكيل متينة جدًا وخفيفة جدًا تصنع منها مختلف الأدوات المُستخدمة في سبقي المجالات.

التشكيل بالبتق

تُشكل الأنابيب والصفايح اللدانية بطريقة البتق. في هذا النموذج تُساق كريات اللدنة بتولب دوّار إلى الشُعانات حيث تنصهر إلى سائل لزج غليظ القوام. ثم يُكبس هذا عن قالب صرغ مُعشّش. لِيشكل أنبوبة (أو لوحًا صَفائحيًا) يُدور نائلي في مُبرّد خاص حيث يتصلّب بسرعة.



المطاط

المطاط مكنور طبيعي، وهو عَصارة صمغية القوام تُستخرج من نباتات استوائية مُختلفة. يكتسب المطاط مرونة لوجود لُبنات ولُبنات في جزيئاته. والمطاط الخام يُعزّز الشابة لعدم ترابط جزيئاته بعضها ببعض. ولإحداث هذه الروابط يُضاف المطاط بالإحما مع الكربيت. فيُحوّل إلى مطاط مُعزّز لتحمل الإطارات المصنوعة منه مختلف أنواع الصدم والمُثقل دون تفرّق.

تُصنع أسلاك من الأنابيب بواسطة مكينة البتق.

القوالب

تُحوّل اللدائن إلى أشكال خاصة بالقوالب. فهي مكينة القوالب تدفع الجُسيمات الكُروية اللدانية إلى حيث تصهرها الشُعانات. ويُضغط السائل اللداني الحارّ إلى قالب التشكيل. ثم يُبرّد الماء القالب فتصلّب اللدنة.

تُدفع مكينة القوالب قرابة ٩٠ من جُود المراجيح في الساعة.



إعادة تدوير اللدائن

يمكن إعادة تدوير بعض اللدائن كما هي الحال في إرتقالات البوليلين المُستخدمة في صنع قوارير المياه حيث تُجلب بالآلات وتُقطّع، ثم تُنقل جُذائبات يمكن إعادة استخدامها. أمّا القوارير اللدانية المُركّبة (الحلولة خبيرة) فتُقطع من مكنور الغلوكون وهي تتحلّل بغير الكبريت في مكينات القوارير، إلى ماء وناي أكسيد الكربون.

لمزيد من المعلومات انظر

- الكربون ص ٤٠
- الكيمياء المُعشّرة ص ٤١
- التعاطلات الكيمائية ص ٥٢
- تُتحدثات النقط ص ٩٨
- الآليات ص ١٠٧
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

ستيفاني كوك

خلقت ستيفاني كوك، الكيمائية الأمريكية، (من مواليد عام ١٩٢٣) عدّة اكتشافات في مجال المكنورات. فاكشفت مُدنيًا لتصنيع ألياف الكُطار الخفيفة جدًا والأمن من الغولاء. وتُستخدم هذه الألياف في بناء السفن الفضائية وصنع الصداري التي لا يخترقها الرصاص.



الأصباغ والخُصْب

بتخلط شمع غرام واحد من الصمغ
الارجواني لشعلة إمبراطور روماني
٩٠٠٠ ق.م.



يصدر الخنزير (وهو حيوان من
الرخويات كالأخطبوط) صمغاً ذا خصب
طبيعي أسود ليستخدم عند الصبغ.

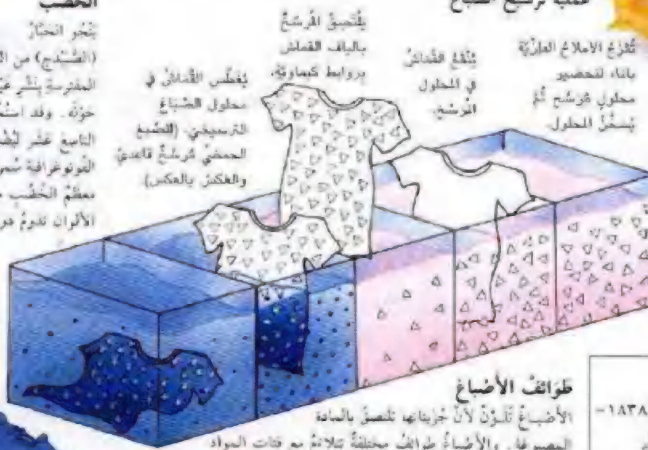


تتألف الشَّبْط في هذا الجار من كيمائيات تحضّر.

الخُصْب

يتخذ الخنزير
(الضفدع) من الحيوانات
المفترسة ينظر عنبه من الجئر الأسود
خونه. وقد استخدم هذا الجئر في القرن
الناجم عشر ليطهي على الشور
النور غرافة شجرة مفيدة. أما اليوم، فتمنع
معلم الخُصْب من كيمائيات تحضّر زاهية
الألوان تدوم دون تصوي فورياً.

يتكون رابطة كيميائي بين
المزيج والشبغ ترشع
الشبغ بالفضاض.



طوائف الأصباغ

الأصباغ تلون لأن جزيئاتها تتصلب بالمادة
المصبوغة. والأصباغ طوائف مختلفة تتلاءم مع قات المواد
المختلفة. فالأصباغ الباشرة تعطي أفضل النتائج في
المسرحات التي تنقل من وقت إلى آخر فقط كالستائر. بينما
أصباغ الرافرة مثالية للألوان التي تحضر للفنل المنكرو. أما
الأصباغ الترسيخية فلا تعدل شبيقة، بل
بمساعدة إضافة كيمائيات (مركب قروي)
تثبت جزيئات الصبغ في القماش.

بترشع الشبغ فلا يكون لونه يغسل القماش.

الدّهانات

كل دهان يحوي جُشِباً مُلَوّناً
ورابطة راتنجية يثبت الجُشِب في
مكانه، ومُذيب يسهّل انسياب الدهان.
بعض الدهانات مُمِذِّبها الماء، بينما مُذيب
الدّهانات الصلبة والمُلمّعة هو الكحول
الأيض - مما يخبئها رائحة قوية مُضيرة.



١ - يثبت
الرابطة الراتنجية
جُشِبات الجُشِب
في مكانها.



٢ - يمزج الجُشِب
برابط راتنجي أو
قروي لتنتشر
الجُشِبات بالشبغ.

٣ - يثبت
الدهان داخل
السطح الدقيقة
ويُغسل فيها.



٤ - جفاف
الدهان يتشكّر المذيب يُغزى
كيمائيات الدهان وكُشِبها
بعضها من بعض.

١ - جُشِبات الجُشِب تُثبت الدهان
قوية، يبلغ قسماً الجسيم في هذا السحوق
جزءاً من مليون من
الستيمتار.

جفاف الدهان

عندما يترك السطح المطلي ليجف،
يتشكّر طبقة الدهان في الهواء، تترك
جُشِبات الرابطة الراتنجية والجُشِب
أكثر تقارباً. فتتفاعل هذه مُكوّنة طبقة
ثينة صاعدة لتغطّي السطح. وغالباً
ما يحوي الدهان أيضاً جُشِباً
أبيض يثبت الصمغ نحو أبعاء،
فترى اللون أكثر وضوحاً.



الأصباغ الطبيعية والاصطناعية

هناك الآلاف من الأصباغ المشتقة -
الطبيعية منها نباتية تُستخرج من نباتات
كالقوة والبلحاء وجنبات الصباغين، أو
حيوانية تستخلص من المحاربات كقروص
شوركس. أما الأصباغ الاصطناعية فتصنع
بكمية أو كقوة (إضافة الكبريت أو الكلور)
إلى الكيمائيات اللاتونية المُستظرفة من
النقط أو قار الفحم.

وليم بيركن

اكتشف الكيمائي البريطاني، وليم بيركن (١٨٢٨-
١٩٠٧)، صيداً، أول صبغ
اصطناعي في محاولاته لتحليل
الكينين. فقد استخلص مادة
أرجوانية الأنيولين من المزعج
الذي كان يعمل عليه، ووجد أنها
تصلح لصبغة الحرير فسماها
موف، وأسس مصنعاً لتحضيرها -
فكان ذلك بداية لهذه الصناعة.



لغز من المعلومات الظفر
الرابطة الكيمائية ص ٢٨
الكيمياء المُضرة ص ٤٦
المحاليل ص ٦٠
مُتجانسات الصمغ ص ٩٦
مُتجانسات التحميل ص ١٠٣
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

مُسْتَحْضَرَاتُ التَّجْمِيلِ

استخدم المصريون القدماء مُسْتَحْضَرَاتِ تجميل من مساحيق المعادن لتغيير ملامحهم منذ العام ٥٠٠٠ ق.م. . واليوم تُستخدم هذه المُرَوَّقات على نطاق واسع، وهي تُصنع من مَزيجات من الكيماويات المُستخلصة في مُعظمها من المُنتجات النَّظفِيَّة. وتُضرب هذه مع النباتات والزُّيُوت والشموع ومسحوق الطلح والطين ومُرَتَّبَاتِ فِلْزِيَّة مُتَنَوِّعة. وقبل تسويق أي مُسْتَحْضَرٍ جديد يُبذل جُهودٌ فائقة وتُجرى تجاربٌ عديدة لِضمان سلامة استخدامه. وتُشدَّد صرامة الضوابط في المُرَوَّقات التي تُماسُ الفم، كأحمر الشفاه. في الماضي كان يُجرى اختبار هذه الكيماويات على الحيوانات، أمَّا اليوم، فُلدى مُعظم الشركات المُتخصِّصة مختبراتها المُتطورة لاختبار هذه المُستحبات.



مُسْتَحْضَرَاتُ التَّجْمِيلِ قَدِيمًا

الشَّلَامَاتُ في مصر القديمة تُجرى باستخدام التَّحْنُل (وهو العالبا أو كيريتيد الرصاص الطيفي) لتثريد شعورهم وحواشيهم وأهداب أعينهم، ويمسحون أعضائهم بسحوق التَّحْنُل (وهو كربونات النحاس الثابتة) كمشطٍ لِلعَيْنين.

مُرَوَّقاتٌ من خشب بيهاء تُطَبَّقُ الجِلْدَ مَلَاةً ولُحْمَةً

المُرَوَّقاتُ المُستخدَمةُ نَشَقُ المُرَوَّقاتُ الأخرى عَرَّ الجِلْدَ

قِلُّ المَكياج (التَّزْوِيق) وِعمدِه

تولِّعَ صَفٌّ وَحِدٌ هذه العارضة بالمُرَوَّقات لِسان طائرِها في نفسِ نَظْمِ الزَّجَرِ والمَلالَةِ. البِدَايَةُ كانت بِمُضَرٍّ يُشَدِّي كَأَسَاسٍ لِلْمَكياج وتَبييض المُرَوَّقات. ثُمَّ استُخدِمَ مَرِيجٌ مِنَ المُرَوَّقاتِ الزَّهْرِيَّةِ والأَصْفَرِ والأَبْيَضِ لِيُعْطِيَ وَصُومَ الجِلْدِ مِنَ الرُّقَّةِ تحتَ العَيْنين، أَوْ إِحْمرارَ بِالْأَصْبَغِ الصُّبُوءِ القَرِيبَةِ مِنَ سُلْحِ الجِلْدِ.



لَطْلِيلُ الحَاجِيزِينِ وَنَظْمِطُهَا لِجَبْرِ لَهْنَتُهَا بِشَكْلِ لَاحِظٍ

مُظَلُّ العَيْنِ هَذَا يَحْوِي خُشْبًا مُزَوَّجًا تَعْمَلِي الجِلْدَ الأَمْرَ

تُخْطَلُ الأَحْجَانُ الأَسْوَدُ بِتَجْلِيلِ العَيْنِ وَيُزَيَّنُهَا خُشْبًا وَإِسْفَرًا

خُشْبُ المَسْكَاةِ المَشْوُوعُ يُزَيَّنُ أَهْدَابَ العَيْنِ

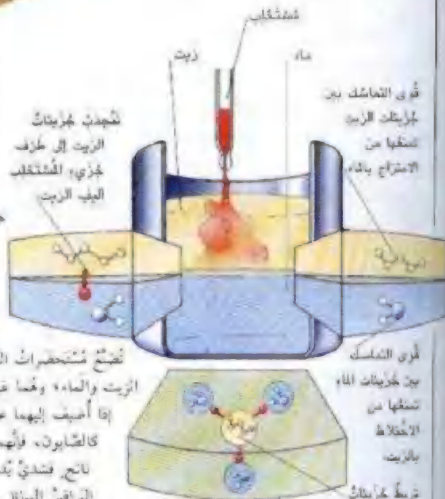
اِثْنِي المَشْوُوعُ خُشْبًا يَنْقُصُ وَفَرْطِيَّةً تُلَوِّنُ الخُشْبَ

تُخْطَلُ الشَّفَاةُ بِظَمِّ التَّخْطِيطِ وَيَحْوِي أَحْمَرُ الشَّفَاةِ الخُشْبَ المُتَكَلِّفَ لِلزَّوْنِ الجِلْدِ والشَّحَرِ

هذه بعضُ مُسْتَحْضَرَاتِ التَّجْمِيلِ التي تَشاعُرُها السِّبَاةُ في أي مَحْزَنٍ كَبِيرٍ وَحِينَ تُرَى مِمَّنْ سَلَا بِدِرَجَاتٍ لَوْنِيَّةً مُتَنَوِّعةً لِفَلَانَةٍ جِلْدَ الرِّبُونِ

المُسْتَحْضَرَاتُ

تُصَنِّعُ مُسْتَحْضَرَاتُ التَّجْمِيلِ عَالَمًا مِنَ الزَّيْتِ والمَاءِ، وَهَما غَيْرُ مُزَوَّجَيْنِ. لَكِنْ إِنْ أُضِفَ إِلَيْهِمَا عَابِلٌ اسْتَحْلَابِ كَالشَّابُونِ، فَأُلْهِمًا يَتَزَاحَانِ فِي نَاحِيَةٍ مُشَدِّدَةٍ يُدْعَى مُسْتَحْلَبًا. الرَّاغِبِينَ السَّائِلِ والمَقَارِبِينَ (مَنْ المُطَهَّرُ)، وَزَيْتُ الحُرُوقِ واللَّابُولِينِ (مَنْ الشُّرُوبِ) تَوَلَّفَ الخُرُوءَ الرِّبُونِ مِنْ أَيِّ مُسْتَحْلَبٍ



مِن قَالِيدِ القَدَامِي دَاتِ الأَقْوَامِ البِدَالِيُونِ عَلَى تَلَوْنِ جُلُودِهِمْ بِشُلُوبَاتٍ يَنْقُلُونَهَا مِنَ النِّبَاتَاتِ وَالْحَيَوَانَاتِ وَالطَّيْرِ وَالْمَعَادِنِ. وَأَخْبِلَتْ أَسْبَابُ ذَلِكَ مِنْ تِيَانِ رُيَّةِ الشَّخْصِ فِي المَجْتَمَعِ إِلَى الإِعْدَادِ لِطَقُوسٍ أَوْ شَعَائِرٍ حَاشِيَةٍ، وَلَا يَزَالُ النَّاسُ فِي بَعْضِ الأَفْطَارِ كَعِينَا الجَدِيدَةِ، يَحْتَفِلُونَ بِتِلْكَ التَّخَالِيدِ القَدِيمَةِ حَتَّى الْيَوْمِ

الْأَفْطَارُ جِزْءٌ قَاسِيٌ نَوَافًا مِنَ النِّبَشَةِ، لَهَا يَحْوِي طِلَازُهَا مَوَادَّ كِيمَاوِيَّةٌ لَا يَصْغُ اسْتِعْمَالُهَا فِي سِوَاهَا. يَتَلَقَّفُ طِلَازُ الأَفْطَارِ عَادَةً مِنْ خُشْبٍ قَدِيمٍ خُشْبِي كَالْأَسْبِيُونِ



عَنَاصِرُ مُسْتَحْضَرَاتِ التَّجْمِيلِ

يَحْوِي مُسْتَحْضَرُ التَّجْمِيلِ عَادَةً مَزِيجًا مِنَ المَوَادِّ الكِيمَاوِيَّةِ، فَيَلَاذُ الأَطَاغِمِ، مَثَلًا، يَحْوِي ١٩ مَادَّةً كِيمَاوِيَّةً عَلَى الأَقَلِّ - مِنْ وَاتِيَجٍ وَمُثَلِّدِينَ وَمَقْدَبَاتٍ وَخُطْبٍ. كَمَا يَحْوِي المُطَهَّرُ القِشْدِيُّ (الْأَسَاسُ) ٢٢ مَادَّةً كِيمَاوِيَّةً، وَهُوَ مُسْتَحْلَبٌ مِنَ الرِّبُونِ فِي المَاءِ يَضُمُّ مَرِيجًا مُعَقِّمًا مِنَ الحَوَامِضِ وَالْكَهْمُولَاتِ

لِزِيد مِنَ العُلُومَاتِ لُظْفَرِ
المُتَرَبِّاتُ وَالتَّزْوِيجَاتُ ص ٥٨
الصَّحَائِلُ ص ٦٠
الْمُطَهَّرُونَ وَالتَّغْلِيفَاتُ ص ٤٥
مُتَنَبِّاتُ القُصَمِ ص ٤٦
الأَصْبَغُ وَالخُطْبُ ص ١٠٢
شَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤٠٦

الكيمياء في الطب

يتألف جسمك من آلاف المواد الكيميائية المختلفة التي تعمل بنظام، فإذا اختل نظامها تمرض. وحينئذ يتدخل طبيبك للمعالجة بإعطائك مزيّداً من الكيماويات بشكل عقاقير. وأمثلة هذه المعالجة ليست أمراً جديداً. فمنذ أكثر من ٢٠٠٠ سنة، استخدم الناس في بلاد ما بين النهرين قرابة ٢٥٠ نبتة مختلفة و ١٢٠ مبيدات لمعالجة الأمراض. وكان الكثير منها لا يزال قيد الاستعمال في القرن التاسع عشر، عندما جعلت خلاصة هذه الكيماويات أقرصاً علاجية. لكن بعض هذه العلاجات أحدث أعراضاً مرضية كتأثيرات جانبية. ويحرص العلماء اليوم على تصنيع كيماويات مماثلة للطبيعية لا تحدث تأثيرات جانبية.



منذ أكثر من ٢٠٠٠ سنة، كان يستخدم تنقيع شتّى من أوراق القديسة (ديجيتاليس) لمعالجة الصلابة بشلل القلب. وبعد العديد من السنين، تبين أنّ تلك الأوراق تسوي عقاراً يدعى ديجيتوكسين لا يزال يستعمل في معالجة قصور القلب حتى اليوم.

أوراق القديسة (ديجيتاليس)

العقاقير الطبيعية

استعمل الطبيب اليوناني، أبقراط، لحاء الشفصان كمنظف للآلام (وهو آلة يُضخّ المعدة) منذ العام ٤٠٠ ق.م. والمعروف أنّ لحاء الشفصان يحتوي مادة كيميائية تدعى حامض الساليسليك. وقد تمكّن الكيماوي الألماني، فليكس هوفمان في عام ١٨٩٣، من تصنيع مادة كيميائية من قار الفحم تُماثل تماماً لحاء الشفصان، وكانت تأثيرات جانبية أقل. ويُعرف هذا العقار اليوم بالأسبرين. وشُيخنت منه سنوياً ما يزيد على ١٠٠.٠٠٠ مليون قرص في سائر أنحاء العالم.



مراحل تطوير العقار

في صنع عقار جديد لمعالجة مرضي، تُعيّن، قد يُختار للمرحلة الأولى من الاختبارات قرابة ٣٠ مادة كيميائية مُستخلصة من كيماويات نباتية أو مُخلّبة. وتجرى الاختبارات على مدى ثلاث سنوات لتُجرى الأبحاث المُستتة لتلك الكيماويات التي قد تُفكّك مثلاً، لتكوّن موادّ مؤذية. وتنتهي هذه المرحلة عادةً باختيار بضعة الكيماويات التي تُتجرّد هذه الاختبارات بنجاح.



اختبارات المتابعة

الكيماويات التي تُتجرّد اختبارات العقار الأولى، تُعاد اختبارها بعناية وحرص على أساس أصحاء لاستقصاء تأثيراتها الجانبية. فتُجعل عيّناً من كلّ مادة منها مُشعةً قليلاً، يُحقن مساهراً في الجسم بواسطة عقار حقن.

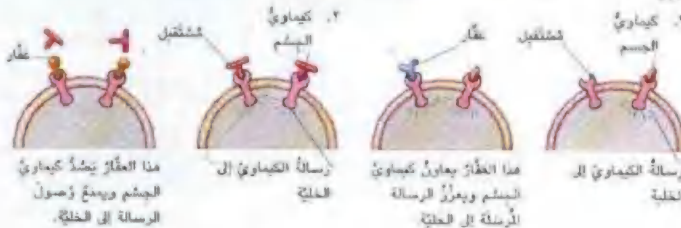
بول إيرلخ

وُلد الطبيب الألماني، بول إيرلخ (١٨٥٤-١٩١٥)، أبحاثاً لإيجاد علاج نوع من سرطاني يقاتل الحشرات المُستتة للدم، ولا تتأثر به خلايا الجسم البشري، وإثبات أنّ الأصباغ البنية المُلوّنة لإلجراثيم دون سواها من الخلايا قد تكون نقطة البداية. وكان صبيح «الزيبان» الأحمر المُضغّ أول مُكتشفاته لمعالجة قُرص النُوم. ثمّ اتبعه لاحقاً بكيماوي مثلي لمعالجة الداء الالتهبي (السُّيلس) أسماء «سالفارسان».



اختبار الاعتماد

بعد لعاني سواب من الاختبارات، يُختار العقار الأفضل، ويُفحص أقرص منه إلى مجموعة من الفُرص. فيما تُعطى مجموعة ثانية عقاقير مُعدّة (غير مُعدّة)، وتُقيّم فعالية العقار مقارنةً بالجموعتين.

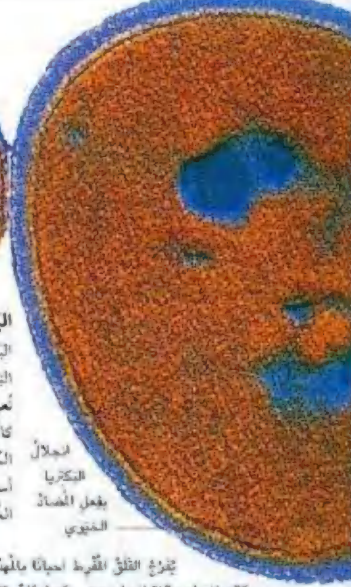
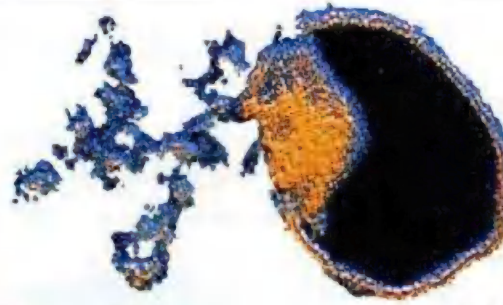


كيف تعمل العقاقير؟

يُفكّك من خلايا الجسم مُستقبلات على سطحها. ويُعطّل أنّ بعض العقاقير تتفاعل مع هذه المُستقبلات، فالأدوية، وهو مادة كيميائية تُنتجها الجسم، يُسرّع خفقان القلب في أوقات الإجهاد. فالعقار المُسمى سالفيوتامول مثلاً، يرخي عضلات الرئة مرافقةً الأدرينالين على مُستقبلات خلايا تلك العضلات، بينما العقار المُسمى برونكوديل يُشدّ مُستقبلات خلايا عضلات القلب، ويمنع الأدرينالين من الوصول إليها. وبذلك يمنع القلب من الخفقان بمستويات خطيرة.



جذري الماء دالة
لشئبه بعض
الشعاع
(الفيروسات)



البكتريا

البكتريا تتغذى بمرحلة سبب أمراضا والتهابات كما في التهاب المفاصل، ويمكن القضاء عليها بواسطة كيموثيرا تعرف بالأمصال الحيوية. وكانت المضادات الأولى كالبنسلين تُحضر من العفن والمطهر. أما اليوم، فتُحضر مُعظم المضادات من كيموثيرا أخرى. وتعمل المضادات الحيوية أساسا بإحدى طريقتين - إما بمنع البكتريا من تخليق جدرانها الخلوية، أو بمرحلة الأنشطة الكيميائية داخل خلاياها.

الجلال
البكتريا
يقبل المضاد
الحيوي

الأمصال (الفيروسات)

الأمصال تتغذى بمرحلة سبب أمراضا مختلفة كالبكتريا (الأمصال) والإنفلونزا والتهانم. وهي إذ تعيش داخل خلايا الجسم، فإنها تتغذى بخلايا عفاة تقضي عليها، دون الإضرار بالشخص المُعالج. لذا، تُضخ مُضادات السمات كي تحجب الكيموثيرا التي تحتاجها الخلية للبقاء. وتُجرى حاليا تجارب لمكافحة حصة الأيدس المصنوعة الجراس بعبارة مشابه.



الأمصال

(الفيروسات) لا تتأثر بالأمصال الحيوية، فتقاومها بالخلوات المضادة للسمات.

تُضخ الفلور القلبي المضاد حيوانا بالمضادات، كالديازينام والبرازينام، وهي كيموثيرا تتعاقد مع كيموثيرا الشاع، لكن هذه المضادات قد تبعث على الإدمان.



المُطهرات

قد تتلوث الجروح بالجرثيم المؤذية إذا لم تُعالج. لذا، يأخذ المُطهرات لتقضي عليها، ويتم ذلك بمرحلة سبب. فالكمون الذي يفرقه الطب على جلدك قبل الحقن يقضي على الجرثيم بتفكيك البروتين الذي تتألف منه خلاياها.

في توتة الزيو، تسفط غسلا دقيقة في الريتن على مجاري الهواء، فينغذو لتتفكس. وعندما يتشقق غلاف الشاليمونامو، فترحم تلك الغسلا ويتشرب النفس.

التحكم بكميوات الجسم تقوم به الغدة كالبنكرياس، فالانسولين مثلا، يعمل على حفظ سكر الدم من الشكر في الكبد، وفي الدم الشكر يظل انتاج الانسولين يتغير عند خلق المرضي كتنظيم اسفاهة منه.

لزيد من المعلومات المُطهر
كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
الأمصال (الفيروسات) ص ٣١٧
الجرثيم (البكتريا) ص ٣١٣
الريسات ص ٣٣٦
الخلايا ص ٣٣٨
البيئة الخلوية (في الأحياء) ص ٣٥٠
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

التهاب المفاصل يُسبب من التهابات تسببها فتعدو مؤلثة. باستعمال العقاقير المضادة للالتهاب كالآشبرين تُحجب كيموثيرا الجسم التي تُسبب توتيم المفاصل



كيموثيرا الجسم

يُجرى الجسم السليم عندما من الكيموثيرا المتشابهة للتحكم في وظائف أجهزة المختلفة، والخلل في كيموثيرا هذه الأنواع، إفرطاً أو نقصاً يسبب جللاً شديداً، والكثير من العقاقير هي كيموثيرا مُضخمة لمعالجة الاعلال المُعين يُعاونو كيموثيرا الجسم على إعادة الجهاز المُتلف إلى وضعه الطبيعي.

يتسبب الإجهاد أحيانا بمنتجات كيميائية كبيرة من الحامض الذي قد يسبب القرح، والاقراض المضادة للحموضة تُخلط من هذه الحموضة، أما العقاقير المُسلطة مُضخرات هم فترقق انتاج الحامض.

مكافحة المرض

١٧٩٦ أجرى الطبيب الإنكليزي، إدوارد جر، أول تعقيم ضد البكتريا. ١٨٧٦ اكتشف العالم الإنكليزي، جوزيف لستر، أول مُطهر يُستعمل على نطاق واسع - هو حامض الكربوليك. ١٩٢٨ اكتشف العالم الأسكتلندي، ألكسندر فلمنج، أن مغز البنسلوم يقتل البكتريا. وأدى هذا الاكتشاف لاحقاً إلى استخلاص البنسلين كضاد حيوي فعال. ١٩٣٣ طور الكسافي الألماني، جيرهارد دو مان، أول عقار اصطناعي يقتل البكتريا (هو عقار الشفلة). ١٩٤٦ نجح الطبيب الأسرائيلي، هوراد فوري والألماني إرنست تشين في استخلاص البنسلين وتحسينه بكميات كبيرة.

المواد اللصوقة

استعمالات المواد اللصوقة عديدة ومتنوعة - من الذي على قفا الطوايح البردية وسدول طُروف الرسائل، إلى الصمغ التي تشد صفحات هذا الكتاب، أو الغراء الذي يقوي وصلات الكرسي الذي تجلس عليه، أو يلصق الجذاذ الذي تتعلمه. والمواد المستخدمة لصققات مختلفة ومتعددة كانت مصادرها الأولى من النبات والحيوان. في القرن التاسع عشر، كان المطاط هو المادة القيومية في المواد اللصوقة؛ أما اليوم،

فستعمل المكنونات على نطاق واسع. واللصوق يلزق ويلزق لأن جزيئاته تشكل روابط مع الأجسام التي يلصقها. وهذه الروابط قد لا تقل متانتها عن تلك التي تربط الجزيئات في قطعة من الصخر.



لصق السيارة
الصمغ باللصق
براتنج الإيوكسي
القديم



لغز الإصلاص
المكتلة بالمواد

وراتنج إيوكسي

تستخدم الصناعات عرايات اصطناعية تدعى الراتنجات الإيوكسية التي أصبحت تستخدم شعبياً على نطاق واسع لأنها تلتصق متى وأينما من الأشياء بروابط متينة جداً تقاوم الحرارة وتقلبات الطقس.

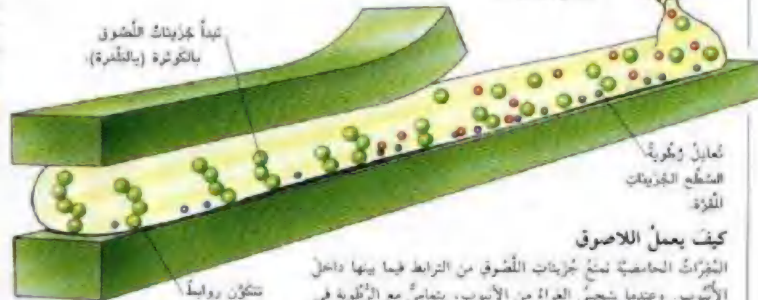


الجزيئات الموزعة لتلصق
الكثيرة وتنتفي
العرايات سائلة

جزيء اللصوق

غراء لادن بالحرارة

تستخدم هذا الغراء في صنع الصناديق، وهو يحوي جزيئات البوليسترين مذابة في مذيب كالأسيرون. فعندما تفرغ يد الموشة، ينتشر المذيب وتتصامم جزيئات البوليسترين معاً لتكوّن رابطاً. وعند إحماء الموشة، يتغير الغراء بانزلاق الجزيئات بعضها فوق بعض، فيمكن إعادة تشكيلها.



تبدأ جزيئات اللصوق
بالكثرة (بالقوة)

لصاق وكثرة
السطح الجزيئات
الموزعة

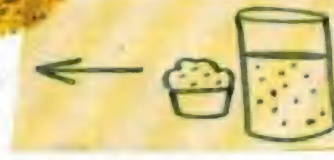
كيف يعمل اللاصوق

الجزيئات الحاصصة تمنع جزيئات اللصوق من الترابط فيما بينها داخل الألياف. وعندما يتجس الغراء من الألياف، يتماص مع الرطوبة في الهواء وعلى السطح. فعندما الرطوبة جزيئات الغراء تاركة جزيئات اللصوق تترابط فيما بينها. وتتكون المكنونات، المولدة من سلاسل من الجزيئات، روابط متينة صلبة بين السطحين المتماصين للغراء.

غراء

وراتنج

ملصقات تكرارية الاستعمال



الشريحة اللينة على مفضل أو سقالة تكرارية الاستعمال تحيل آلاف المقامات اللينة اللينة. وهي تلي مرة لصل الشريحة بسطح ما، تتغير مقاطع قليلة منها، تتقلق قابلية لأن تترع وتعمل تكراراً.

غراء من جزيان

بعض الراتنجات الإيوكسية تتقلب حفاً أو متصلاً لتصلب. فينطق الراتنج والحفا في أنابيب شفطتين وتزجان معاً عند الحاجة. والمزج شرعان ما يشكل رابطاً لا يتغير بالاحياء.

لمزيد من المعلومات انظر

- تغيرات الحالة ص ٢٠
- المطارات ص ٩٦
- فصل التزججات ص ٩١
- المكنونات ص ١٠٠
- حقائق وتعليلات ص ٤٠٦

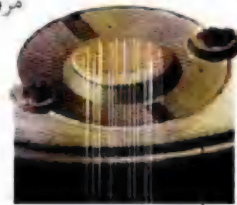
الآلياف

تُصنع الملابس من ألياف طبيعية أو اصطناعية أو من مزيج من كليهما معاً. الألياف الطبيعية مصدرها بذور النبات أو فراء الحيوان. أما الاصطناعية، كالتيلون مثلاً، فتستخرج من كيماويات تتواجد في النفط. لقد كسا الإنسان الأول جسده بجلود الحيوانات. ثم بدأ الناس منذ خمسة آلاف سنة يستخدمون الألياف الطبيعية في صنع الأقمشة المتينة. فعزلوا ألياف القطن والصوف حيوطاً. وكانت الحياكة أولى الطرق المعتمدة في نسج تلك الحيويط قماشاً، وما زالت إحدى أهم الطرق لذلك حتى اليوم. ثم ظهرت أساليب الحياكة بالصنارة لإنتاج ملابس دفيئة مروية سهلة التنشيط. وخلال القرن التاسع عشر أصبح الناس أكثر إدراكاً لتكوين الألياف الطبيعية وتصنيعها. وسرعان ما استخدمت الكيماويات في صنع الألياف أيضاً.

تُحوّل الكتّان من شروب البروكيماويات إلى كوتاج صغيرة ثم تُغزل إلى ألياف

صنع التيلون

الكيماويات من النفط هي خامات التيلون.

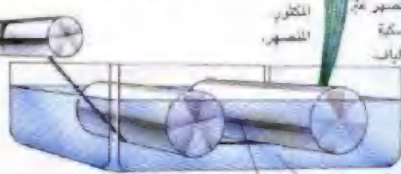


ألياف الصوف والخيوط القوية معاً يجعل المادة عازلة جيّداً للحرارة.

الصهر المذوّق غاز الثقوب الدقيقة في المسكة. يبتليق الألياف منسوجة متساوية الشفافة.



تلف الخيوط على مكّ



تتملّك الألياف في تشقّ الألياف جيّداً. فغض يدري.

صنع التيلون

تألف التيلون أول الألياف المنسوجة بالتكامل من الكيماويات. ويصنّع ذلك باحساء كرات التيلون إلى درجة ٢٦٠°س ليتحوّل إلى صهير مكوّن، يُضخ عبر المسكة في عملية الشق. وعند التناهي من الثقوب الدقيقة إلى الجوّ البارد، تأخذ خيوط التيلون بالنصلب الذي يكتمل بالمعالجة في مغطس تبريد حادّ، ثم تُغزل جيّداً طويلاً يُلصق على بكرات.

شراخيوط الرفيون خلال عمليّة دوّارة لتكوّن الخيوط (البريم).



صنع الرايون

الرايون البات تُصنع من سيلولوز لث الخشب. والمخيفة أنّ لث الرايون هو لث شجيرات التكوين لأنّ السيلولوز، خاصةً اقترامس الأصيلي، يُتخذ ثم يُعاد تشكيله. وهذا يُخلّق من المادة الأصلية حسراً أشنى وأشدّ وأسهل للطنش. والرايون أنواع أحدها السكوز.



شاردونييه

عالم الكيماويات الفرنسي، الكونت هيلار شاردونييه (١٨٣٩-١٩٢٤)، ألياف القطن بمزيج من الكيماويات والكحول، ثم أقمشة في شبكة الألياف. فسّخر الكحول تاركاً الألياف رافقة بذات كاتها تُشع نوراً، فسّيت تلك الألياف الجديدة الرايون «أو حبر شاردونييه» الذي لاقي زواجا شديداً في أوائل القرن العشرين.

ألياف التيلون متينة وعزوة.

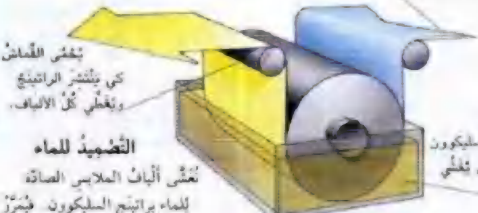


ألياف التيلون متينة وعزوة. قوية الاحتمال قليلة الطوطة، لكنها تنمطت بشتها جيّداً.

الآلياف الطبيعية والاصطناعية

الآلياف التي استخوت أصلاً يصنع الملابس كانت من الصوف والقطن والحرير. وكان مصدرها البات والحيوان. أما اليوم، قد دخلت البروكيماويات أيضاً في تصنع ألياف كاثوليستر والأكربليك والتيلون التي هي أمثى وأرخص نمّاً من المواد الطبيعية.

القماش المتلاش المشع ينتج فطرات الطر من اختراق.



تغشى القماش كي ينشتر الراتينج ويغطي كلّ الألياف.

التضميد للماء

تغشى ألياف الملابس الصادة للماء براتينج السليكون. فيمرّر القماش عبر الراتينج بواسطة دحارج دوّارة، ثم يخشى ليشر الراتينج (سوي) عليه. الراتينج يمنع التسج من امتصاص الماء، فبقو هذا قماشاً مُماراً يصنع الششعات والحم.

لزيد من المعلومات انظر
تقنيات البعالة ص ٢٠
الترابط الكيماوي ص ٢٨
المحاليل ص ٦٠
المكثرات ص ١٠٠
الأصباغ والخشب ص ١٠٢
تصميم المواد ص ١١١

الورق

تُغَطّي الأشجار ثُلث سطح الأرض تقريبًا، ويستخدم الكثير منها في صناعة الورق. فالتجبرات التي تُشاهد في الخشب تُبين اتجاه آلاف الألياف الدقيقة التي تُشكّلها الشجرة أثناء نموها. يُنقل السُغ في جذعها ولِدْغَم يُقل أغصانها. في صناعة الورق تُفصل الألياف بعضها عن بعض، ثم تُضَمّ ثانية بشكل مُتصّلب لِتُحوّل إلى عُلُحَيَات رقيقة. فانت حين تمزق قطعة من الورق تلاحظ الألياف الدقيقة المتلاصقة لِتُؤلّفها. إن إعادة التحريج تعوِّض عن الأشجار التي تُقَطّع لِتُصنّع الورق وتحفظ هذا المورد الأولي المهم من التناقص.



بدايات الورق

يُعدّ صنع الورق من الخشب في الصين حوالي سنة ١٠٥ للميلاد باستخدام ألياف شجر البُوت. ولعلّ الفكرة استُلهت من مُراقبة الرانابز التي أعشاشها من جذادات الخشب الدقيقة.

صنع الورق

يُصنع معظم الورق من أشجار الغابات ذات الخشب الرخو كالصنوبر والثلوب.



المنتجات الورقية

تختلف أنواع الورق تبعًا لما يُصنع من ألياف، وما يُضاف إليها من كيمياويات وطريقه مُعالجة عجينة الورق في مَكَنَة المصنّع. هنالك نوعان من الألياف الخشبية، نوع رخيص من سحيق ألياف الخشب، وآخر أعلى ثمنًا تُصنّع أليافه كيمياويًا.

المزيد من المعلومات الخضر
الكربون ص ٤٠
الحوامض ص ٦٨
المُكثّرات ص ١٠٠
الاصباغ والمُطَب ص ١٠٢
الألياف ص ١٠٧
حقائق ومعلومات ص ١٠٦

الخَرَفِيَّات

تولَّفَت الخَرَفِيَّاتُ الكَثِيرَ ممَّا حوَّلنا من مختلف أنواع الأطباق والأقداح والآباريق إلى طوب المبانى وعوازل الكِبَلات وبدائن الأسنان. وتقسَّم الخَرَفِيَّاتُ إلى فِئتين - تشمَلُ الأولى الموادَّ التي تُشكَّلُ قَبْلَ مُعالجتها بالحرارة كما في الأواني الفخاريَّة والطوب. وتحوي الفئة الثانية الموادَّ التي تُشكَّلُ بَعْدَ مُعالجتها بالحرارة كما في الرُّجَاج والإسْمَنْتَ.



طَبَقُ الخَرَّافِ

ظفر الأواني الفخاريَّة مَرِيحٌ من ترمين من الطين قِطْعًا (الكاولين أو الطفل الصيني) الذي يُكسب الفخاريَّات نِسْجَتها الناعمة، والطين المُقَدَّد الذي يُجسِّسها المنة.

اسْتِعمالُ الخَرَفِيَّاتِ

الخَرَفِيَّاتُ موادُّ طَبْلَةٌ قِصَّةٌ تُصنع بِتَنَ الطين الصلصالي. وقد استُخدِمَ هذا في مُنَعِ الأواني الفخاريَّة منذ آلاف السنين، وكان يُستَوى في نواقد مكشوفة، أما اليوم، فيُستَوى في أفران خاصة، ويجري حاليًّا تطوير خَرَفِيَّاتٍ جديدة لإستعمال في مُحَرَّكات السيارت والطائرات، لأنها صامدة لدرجات الحرارة العالية جدًّا، وتدوم طويلًا.



الطين
المجفَّف بالشار
يقطعُ حُصُولَ الماء
لِيُشكَّلَ بِمِثْلَةِ اسْتِ وَاوَلَق.

حُزَنَات
الماء في الطين
الزَّطْب.

المُخَرَّجَاتُ الصَّغِيرَةُ عن
حِثَّات العلف الفخاريَّة في
أيضًا من الخرف.

الطوب المائي المقاوم للتجوية
مادة بناء مثالية لاختلاف المُشكَّات.



في داخل الفرن
تُشكَّلُ الأواني الفخاريَّة رَقِيَّةً وترتفع في الفرن
حرارة تُصلِّدُ. وفي أثناء السَّحَر تجري تفاعلات
في الطين تتحكَّم فيها بعض كيميائيات، ثم تُعاد
تَراصُّها مُبَلِّغًا لثبوت مواد آمن وأقوى.

يُصنَّع الإسْمَنْتُ كُسَارَةً
الطَّيْنُ بعضها إلى بعض
في مَزِيجٍ خَرَسَانِي.



الطين السَّامِي في
أصيص النبات يَدْعُ الماء
بِنَسْجَةٍ من الأرض عتيقي
جذور النبات باردة.

صَنعُ الإسْمَنْتِ

الصلصال والطباشير
والماء هي الموادَّ الأولى
لِصْنِ الإسْمَنْتِ.



يُحمى الطين العتيقي في
مُزَيِّجٍ دَوَّارٍ طوله قُرابة
١٨٧ مترًا.



الرُّجَاجُ مادةٌ شَلْبِيَّةٌ
شَدِيدَةٌ تُصنع من
السليكات الغليظة.
ويتم تشكيل
الرُّجَاجِ في حالة
الاصْهَارِ.

يُقَدَّمُ الشَّرَابُ
في الكؤُوبِ
خَرَسَانِيَّةً، لأنها
سَبيكةٌ للماء.

يُضَاعَفُ الجِيسُ إلى ثَلَاثِ
الإسْمَنْتِ.

يُضَاعَفُ الجِيسُ إلى ثَلَاثِ
الإسْمَنْتِ.

يُضَاعَفُ الجِيسُ إلى ثَلَاثِ
الإسْمَنْتِ.

يُضَاعَفُ الجِيسُ إلى ثَلَاثِ
الإسْمَنْتِ.

يُضَاعَفُ الجِيسُ إلى ثَلَاثِ
الإسْمَنْتِ.

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

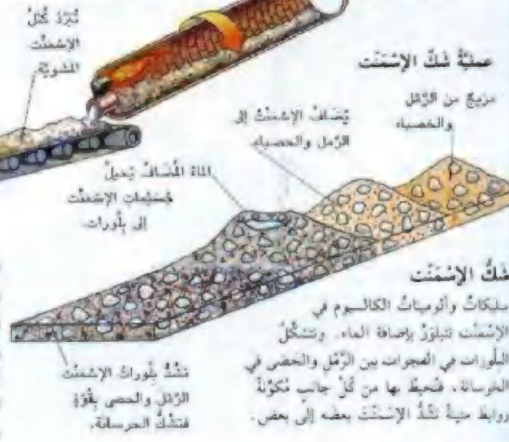
الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

صَنعُ الإسْمَنْتِ

في عملية الصنع، يَحْتَسِ الخليط الطيني الرقيق القوام في فتحة محتواة الطاشيري إلى أكسيد الكالسيوم، الذي يَحمِضُ مع السليكون والألمنيوم في الصلصال مُكوِّنًا السليكا والألومينا (سليكات والألمينات الكالسيوم) الإسْمَنْتِيَّة. ثُمَّ تُعَدَّنُ قَدَرَاتُ الإسْمَنْتِ مع الجِيسِ لِمِنَةِ من الثَّكُّ السَّريع. وتُجهَّزُ لِاستِعمالِ البَاقِي.



ثَكُّ الإسْمَنْتِ

سليكات والألمينات الكالسيوم في
الإسْمَنْتِ تَبْلُورُ بِإِضافة الماء. وتُشكَّلُ
البُورَاتُ في المِجْزَاتِ بين الرُّمْلِ والنَّحْسِ في
الخَرَسَانَةِ، حَظِيظُهَا من قُدْرَتِ جَانِبِ مُكوِّنَةِ
دَوَابِ حَبِيَّةٍ تُصنَّعُ الإسْمَنْتِ بعضه إلى بعض.

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزُّبَابُ الأخرى لِصْنِ الإسْمَنْتِ

الزجاج



زجاج يدوي التصنيع

يصنع الزجاج يدوياً تؤخذ كتلة من الزجاج المنصهر على طرف قصب مبلوط من الحديد وتُطع فيها قطعة صغيرة. ثم يُؤخذ الزجاج بالقلعة على لوح حديدي وتُشكل بالأدوات بينما يُعاد إحماءه دورياً لتيسير التشكيل.

مكونات الزجاج الأولية

ينصهر الرمل مادة على درجة 1700° س. لكن إذا أُخرج مع كربونات الصوديوم (الصودا)، تنخفض درجة الانصهار وتوفر الطاقة. وتُضاف كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) لمنع الزجاج من التآكل في الماء. كما تُضاف أيضاً كبريت الزجاج فتُصهر لإعادة تدويرها.

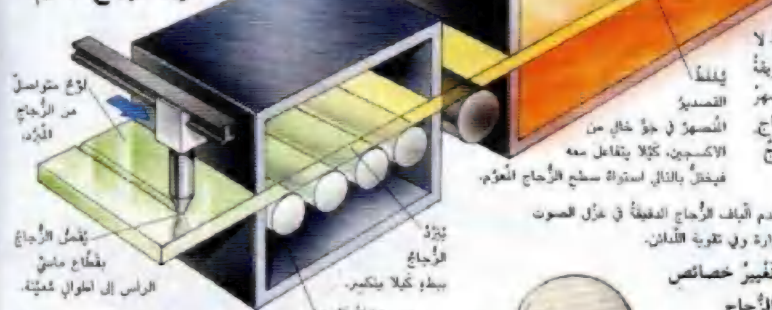
الزجاج أحد أقدم المواد المُستحضرة اصطناعياً، إذ يرجع تاريخ صناعته إلى ما قبل 5000 سنة. والزجاج فعلاً هو زمل سائل مُبرّد لَمَّا يكتسب شكله - لذا نجد ألواح الزجاج العتيقة أنحن قليلاً في قاعدتها. والزجاج مادة مُفيدة جداً لأنه سهل التشكيل إلى أوعية شفافة صلبة، لا يصدأ ولا يتأثر بالكيماويات. وهو أيضاً رخيص التصنيع ويمكن إعادة تدويره مرّات عديدة. ويُستخدم الزجاج على نطاق واسع - من أكواب الشراب إلى عدسات تصحيح الرؤية. ويمكن تغيير خصائصه بإضافة الكيماويات أو مواد أخرى كالأسلاك أو بالتحكم في نمط تبريده.

عملية القوالب

صنع القوالب

تُستخدم قوالب خاصة في تشكيل الزجاج المنصهر إلى أشكال مختلفة. ففي تشكيل القوارير، مثلاً، تُشكّل كتلة من الزجاج المنصهر في قالب التشكيل وتُدفع إلى قعر القالب بالهواء المضغوط. وتُفجّج الهواء شُغلاً عن الكتلة (كتلة الزجاج) لتشكيل القارورة بُدبياً. ثم تُنقل هذه إلى قالب آخر حيث تُفجّج شُغلاً لتأخذ شكل القارورة النهائي.

طريقة الزجاج المعوم



لزيد من المعلومات انظر
تغيرت الحالة ص 20
أشياء الفيزيائية ص 39
الآليات ص 107
تقسيم المواد ص 111
الانكسار ص 141
حفاظ وتعلّومات ص 206

يُضاف أكسيد البورون إلى خامات الزجاج الأولية لإنتاج زجاج البوروسيليكات. ويستخدم هذا الزجاج في صنع الطباق الأفراق والوانى المُختبرات الزجاجية لأن صامدة للتغيرات في درجات الحرارة.

تُستخدم ألياف الزجاج الدقيقة في عزل الصوت والحرارة وفي تقوية الأسفلت.

تغيير خصائص الزجاج

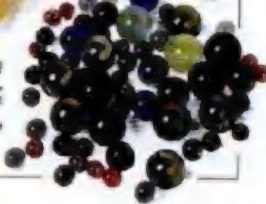
الطريقة التي يُعالج بها الزجاج بعد خروجه من الفرن تُغيّر خصائصه فتجعل ملائماً لأغراض مُعيّنة. فالتبريد السريع يثاقط الهواء ويُنتج زجاجاً ممتلئاً بتضخّض لنواتج السّيارات. وبإضافة الكوكيت وأكسيد السليكون يمكن إزالة قسحة الاغصان من الزجاج الخام.



زجاج لوحى معوم

صنع ألواح التوافد الزجاجية عملية عسيرة جداً. في إحدى طُرُق التصنيع تُصنع ألواح الزجاج بين دحاريج دوّارة، لكنّ الألواح الناتجة لا تبلغ حدّ الكمال. لكنّ ذلك يتحقّق بطريقة بارعة هي طريقة الزجاج المعوم. في هذه الطريقة، يُعوّم الزجاج المنصهر فوق مُغطس من القصدير المنصهر. فيصبح سطح الزجاج مُلياً تاماً الاستواء. كسطح الفلز تحت. ثم يُنقل الزجاج بواسطة الدحاريج الدوّارة للتبريد والتّظبية.

يُتولّد الزجاج بالكيماويات، فكمبريتيد السليكون يكتسب الشفرة وأكسيد النحاس يكتسب الزرقاء، وتُحفظ الألومينا والفسفونات لتبيّن اللون.



تصميم المواد

كَمْ يَكُونُ الْعَيْشُ فِي بَيْنِكُمْ مُخْتَلِفًا وَعَسِيرًا لَوْ كَانَ كُلُّ مَا فِيهِ مَصْنُوعًا مِنْ مَادَّةٍ وَاحِدَةٍ كَالْقَوْلَادِ! المعروف أَنَّ الْبَيْتَ يَتَطَلَّبُ أَصْنَافًا مُعَدَّةً مُتَنَوِّعَةً مِنَ الْمَوَادِّ - فِقِطَارَاتُ التَّوَاظِدِ مَثَلًا، تُصْنَعُ مِنَ الْحَشَبِ الْفَتِينِ، بَيْنَمَا تُتَّخَذُ مَأْطُورَاتُهَا مِنَ الْوَلَحِ الرَّجَاجِ لِإِنْفَاقِ الضَّوئِ وَصُدَّ الْمَقَرُّ - وَالْيَوْمَ، قَدْ يُسْتَبَدَّلُ بِالْحَشَبِ اللَّدْنَانِ، كَمَا قَدْ تَرَجَّعَ التَّوَاظِدُ بِالْوَلَحِ مُرَدُّوْجَةً لَمَنْعِ شُرُوبِ الْحَرَارَةِ. وَمَا فَتِنُ النَّاسِ يَبْحَثُونَ عَنْ مَوَادِّ جَدِيدَةٍ تَجْعَلُ سُبُلَ الْعَيْشِ أَيْسَرَ وَأَقْلَ تَكْلِفَةً. وَقَدْ يَتَضَمَّنُ هَذَا السَّعْيُ اسْتِخْدَامَ مَوَادِّ قَدِيمَةٍ بِأَسَالِيْبٍ جَدِيدَةٍ، أَوْ صَمَّ مَوَادِّ مُخْتَلَفَةٍ بَعْضُهَا إِلَى بَعْضٍ، أَوْ إِجْرَاءَ تَجَارِبٍ عَلَى الْكِيمَاوِيَّاتِ لِابْتِكَارِ مَوَادِّ جَدِيدَةٍ تَمَامًا. وَيَنْبَغِي إِخْضَاعُ كُلِّ مَادَّةٍ أَوْ تَوَلِيفَةٍ مَوَادِّ جَدِيدَةٍ لاختباراتٍ دَقِيقَةٍ شَامِلَةٍ لِلتَّائِيْدِ مِنْ صِلَاحِيَّتِهَا.



لَدْنَانُ مُعَزَّزَةٌ بِالرَّجَاجِ

تَكْتَسِبُ اللَّدْنَانُ قُوَّةً (إِضَافَةً إِنْ غُرِزَتْ بِالْأَلْيَافِ الرَّجَاجِيَّةِ، وَتُعْرَفُ حَسْبَ الرَّجَاجِ الْمَلِيحِ، وَيُستَخْتَمُ هَذَا الرَّجَاجُ فِي بِنَاءِ الْغَوَارِبِ وَغَيْرِهَا مِنَ الْجَهَائِزِ، وَهُوَ مِثْلُ عَلَى مَادَّةٍ مُوَلِّفَةٍ تَجْتَمِعُ فِيهَا مَادَّتَانِ شَالَتَيْنِ.

بِأَلْفِ هِيَكَلٍ السَّائِلِ (الْقَمَرِ الصَّاعِمِ) مِنْ قَلْبِ لَدْنَانٍ أَوْ مَعْدِنٍ لُخْرُوبِيٍّ الْبِنْيَةِ كَسَلَفًا مِنَ الْخَافِيَةِ بِالْوَلَحِ لَدْنَانِيَّةٍ مُعَزَّزَةٍ بِالْأَلْيَافِ كَرَبُونِيَّةٍ لُغْرَافٍ بِمُصَوِّفَاتٍ خَفِيفَةٍ.

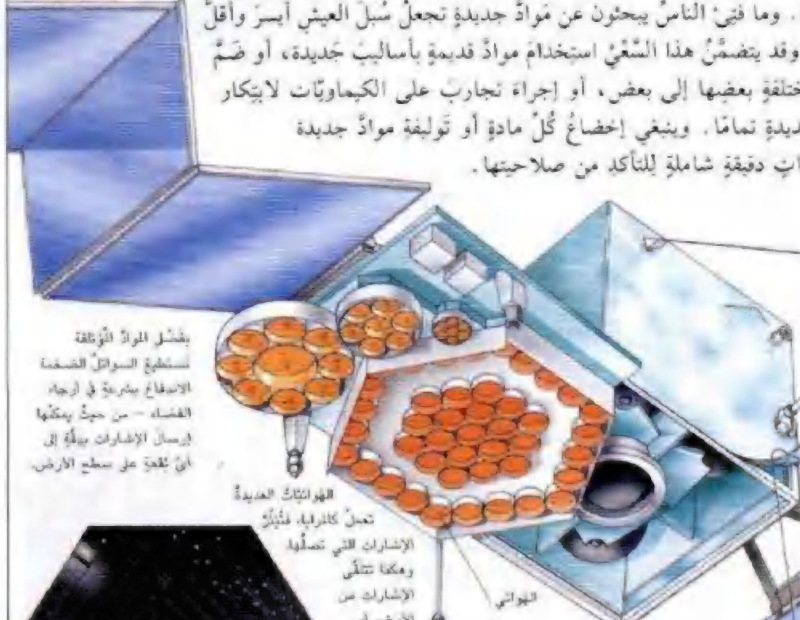
تَكْتَسِبُ الْبِنْيَةُ الْعَظْمِيَّةُ مِنْ هَذَا الْجَلْبِيبِ مِنَ الْخَشَاءِ الْفَرَاثِي.

لُجْشَاءٌ عَرَضِيٌّ

تِلْكَ مَعْدِنٌ (مَلْدُونٌ)

أَوْ قَدْرَتَانِ لُخْرُوبِيٍّ

الْبِنْيَةِ



بِقِشْرِ الْمَوَادِّ الْوَلِّفَةِ
لِاسْتِطَاعَةِ السَّوَالِقِ الضَّعِيفَةِ
الِاسْتِغَاثَ بِشَرِيعَةٍ فِي أَرْجَاءِ
الْفَضَاءِ - مِنْ حَيْثُ يُمْكِنُهَا
إِلْرْسَالُ الْإِشَارَاتِ بِدِقَّةٍ إِلَى
أَيِّ نَقْطَةٍ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ.

الْهَوَارِثَاتُ الْعَدِيدَةُ

تَعْمَلُ كَالرَّافِدِ، فَيُتَبَكَّرُ

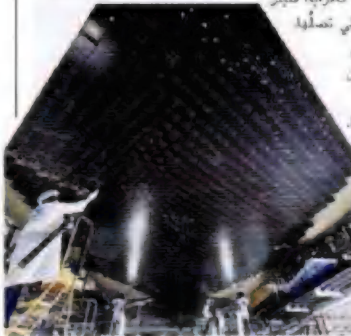
الْإِشَارَاتِ الَّتِي تُصَلِّدُهَا

وَمَكَانًا تَتَلَقَّى

الْإِشَارَاتِ مِنَ

الْأَرْضِ أَوْ

تُرْسِلُهَا إِلَيْهَا.



مَوَادُّ مُقَاوِمَةٌ لِلْحَرَارَةِ

لِاسْتِطَاعَةِ السَّائِلِ الْخَوَافِ الْفَرِثِيَّةِ (الشَّرْمَةِ) الْمَصْدُورَةِ لِدَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْعَالِيَةِ جَدًّا. وَمِنْ تِلْكَ الشَّيْءَاتِ تُصْنَعُ أَوْبَانُ الشَّرْمَةِ الْفَتَانَةِ وَتَتَابِعُ الصُّورَاتِ الَّتِي تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا ارْتِفَاعًا مُدْعُولًا أَمَّا الْعَمَلُ، وَلِغُرُورِ الْمَكْرُوكِ الْفَضَائِيِّ بِأَلْفِ أَجْمَرِ الشَّرْمَةِ لِمُقَاوَمَةِ خَرَابَةِ الْإِحْتِكَائِ النَّاتِجَةِ جَلَالِ عَوْدَتِهِ إِلَى جَوْ الْأَرْضِ.



مَوَادُّ السَّوَالِقِ

لِكَيْ تَحْتَمِلَ السَّوَالِقُ ظُرُوفَ الْفَقْدِ وَالِانْفِلَاقِ الْقَاسِيَةِ إِلَى الْقَضَاءِ وَفِيهِ، يَتَمَيَّزُ أَنْ تُكْتَبَى مِنْ مَوَادِّ خَاصَّةٍ أَكْثَرُ مَرُونَةٍ وَمَنَاةً مِنَ الْحَشَبِ أَوْ الْحَدِيدِ. لَهَا تُصْنَعُ السَّوَالِقُ مِنَ مَوَادِّ مُطَوَّرَةٍ خَفِيفَةٍ ذَلِكَ - لِحَقِيقَةِ تَيْسِيرِ الْإِنْفِلَاقِ مِنَ الْأَرْضِ، وَمَتِينَةٍ لِتَحْتَمِلَ الْإِحْجَادَاتِ وَالِانْفِعَالَاتِ الَّتِي تُحَاطَى السَّوَالِقُ فِي مَدَارَاتِهَا حَوْلَ الْأَرْضِ.

رُصْدُ النُّجُومِ

لِاسْتِغْنَاءِ الْبَشَرِيَّاتِ الْعَمَلِيَّةِ لِمُكْتَثَفَاتِ أَجْوَادِ الْفَضَاءِ الْأَرْحَبِ. وَمِنْ أَهَمِّ مَقْرُومَاتِ التَّلْصُوكِ الرَّأْيِ الصَّحِيحَةِ الْإِلْرَاقَةِ لِكُنُوجِ سَوَرَةٍ وَاجِبَةٍ بِسَطْحِ عُلَمَاءِ ذَلِكَ وَبِنْيَةِ نَقْطَةٍ وَصْنَعِ لِمَا هَذِهِ الْمَرَاةُ مِنْ رُجَاجٍ خُرَافِيٍّ حَتَّى لَا يَنْهَضَ بَقَلُ الْبَرَاءَةِ لَمَّا لَا يَتَأَثَّرُ شَكْلُهُ بِتَغْيِيرِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ.



مَوَادُّ لِنْفَاقِ الْحَيَاةِ

مِنْ أَهَمِّ إِجَارَاتِ الْكَلْبِ الْحَلِيبِ إِمْكَانَتُهُ تَعْوِضُ الْكَثِيرِ مِنْ أَجْزَاءِ الْجِسْمِ الْغَلِيظَةِ أَوْ الْمُتَغَوَّرَةِ بِمِثَالِ أَصْطِفَاعِيَّةٍ. فَتُشْتَعْمَلُ الشَّيْءَاتُ الْفَرِثِيَّةُ فِي صَنْعِ صَفَائِقِ الْفَضَاءِ، وَالْمُتَوَلِّفَاتُ الْقَلْبَرِيَّةُ الْفَدَائِيَّةُ فِي صَنْعِ مَفَاصِلِ الْخَوَافِ الْأَصْطِفَاعِيَّةِ، وَالْأَلْيَافِ النَّسِيجِيَّةُ فِي صَنْعِ الْأَوْعَةِ الشُّعْمَةِ. وَتَجْرِي حَالًا لِحَارَاتٍ عَلَى الْقُلُوبِ الْأَصْطِفَاعِيَّةِ مِنَ اللَّدْنَانِ الْأَلُومِينُومِيَّةِ.

لَزِيدٌ مِنَ الْعُلُومَاتِ الْخَطَرِ

خُصَائِصُ الْعَامَّةِ ص ٢٢
الشَّيْءَاتِ ص ٨٨
الْأَلْيَافِ ص ١٠٧ - الْوَرَقِ ص ١٠٨
الْحَزَقِيَّاتِ ص ١٠٩
الرَّجَاجِ ص ١١٠
حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤٠٦

التلوث الصناعي

التلوث هو النتيجة الطبيعية لاستعمالنا أنواعاً مختلفة من المواد التي تنبعث إلى المحيط الذي نعيش فيه ملوثات تضر بالكائنات الحية وبمختلف البنى والإنشاءات. حتى قرابة مئتي عام خلت ظل التلوث البيئي قليلاً ومحدوداً لأن عدد السكان كان أقل وكان استخدام الناس في غالبيتهم مقصوراً على المواد الطبيعية. فكانت فضلاتهم تتفكك وتتحلل بفعل ميكروبات التربة. أما اليوم فالمصانع والسيارات والكثير من المكاتب ومحطات القدرة تشوّه البيئة بملوثاتها، كما إن بعض نفاياتنا وفضلاتنا غير قابلة للتفكك، وهي تلوث اليابسة والماء والهواء. ويحاول خبراء الصناعة حالياً الحد من التلوث الذي تسببه الصناعات المختلفة.



طبقة الأوزون

الغازات الكربونية المشبعة بالكربون والهيدروكربون والتي تستعمل في التبريد ووسائل التبريد تلتصق طبقة الأوزون عندما تنسحب إلى أعالي الجو. ويحرق حالياً أسيدان ثاني أكسيد الكربون والغازات الهيدروكربونية السامة، التي لا تؤثر في طبقة الأوزون، تلك الغازات المشبعة.

يمكن تقطير كميّات ثلثي أكسيد الكربون في الأبخرة باستخدام وقود خالٍ من الكبريت، أو بمرسّ السخان بدلاً من أن يترك المثلثة.

أشكال من التلوث

يتخذ التلوث أو التلويث الصناعي أشكالاً عديدة: فاستخراج المواد الأولية من الأرض يُلوث مواطن البث والحيوان ويركّز حفراً هائلة. وتؤثّر أكوام النفايات الصناعية الجامدة بدلاً لا تحلوا للمناظرين. وقد تنتج أديجئة المصانع حوامض في السحب ومطرًا حامضاً يضرّ بالبنت أو تنتج مع غازات العوادم من وسائل النقل تآثر السخان (الضباب الدخاني) فوق الشّمس. وقد تحوي المياه المتصرفه من المصانع فضلات تسمم الأحياء المائية ولا تفسد بقع الزيت الضخمة على صفحة مياه البحر عند تعرّض البواخر أو ناقلات الزيت للحوادث.

صورة شديدة التلويث تُرى في قفاز الحرارة في ممرّ متعدد الطوابق.

لمزيد من المعلومات فُظفر

- الكبريت من ٤٥
- الغازات من ٥٦
- كيمياء الهواء من ٧٤
- مناخ الكيمياء من ٨٢
- الغلات الحيويّة من ٣٧٠
- خفّات ومعلومات من ٤١٦

كثير من مواد مياه الطراد يمكن استبدالها كنموذج لوليد في عمليات صناعية أخرى.



تغطية المناظر المؤدية

تستعمل المكائن القريبة من الشّمس بالنفايات التي تُحرّك فوق مصانع من البوليين للتحكم في تصريف المياه. أما المصانع الناتجة عن غلّج النفايات كصاويّات فيصنع في أديج وُستخدام كوقود. وعندما يستعمل المكّن، تُغطّى النفايات بالتراب وتُحترق بالنفايات المناسبة لتُخلو مواطن جديدة للحياة.

كيميائيات الأبخرة الصلبة يمكن إزالتها في الغازين بواسطة مرشّح الكاتيونات، حيث تلتصق الجسيمات على الجدران الداخلية للملحقة.

استخدام الممرّين غير المرصّص، يُفقد التلوث البيئة بالمرصّص.

جفّط الحرارة

إذا بُدّدت الحرارة في المباني، فينبغي تعريضها بخرق كميّات أكثر من الوقود، وهذا يخلّف مالا وسيبّب مزيداً من التلوث. ويمكن الكشف عن فقدان الطاقة الحرارية من نضج أو مئتي بصيرة بالأشعة تحت الحمراء، حيث تُظهر على الصورة الماسّنة الأكثر قفلاً للحرارة باللون الأبيض. إن معالجة هذه المناطق باستخدام عازل إضافي يُحدّ من فقد الحرارة.



إعادة تدوير المواد

تُستهلك مواد أوليّة أقل إذا أُعيد تدوير المواد في النفايات - وهكذا، تُصان المواد الأولية لاستخدامها في مراحل مستقبليّة، كما يُخفّض التلوث وتؤثّر الطاقة. فاستخدام المواد المعادّة التدوير في صنع غلب الألومنيوم مثلاً، يُوفّر ٩٥ بالمئة من الطاقة ويخفّض ألبسا ٩٥ بالمئة من التلوث.

القُوَى والطَّاقة

كُلُّ ما يحدث، من يَرِيحُ البَرَقِ إلى شَدِّ شَرِيْطِ الجِذَاءِ، يَنْطَلِبُ طاقَةً؛ فَيُدَوِّنُ الطاقةَ لا شَيْءَ يَسْتَطِيعُ العِيشَ أو الحَرَكَةَ. الحَيَواناتُ تَسْتَخْدِمُ الطَّاقَةَ في السَّيرِ والرَّكْضِ، والنباتاتُ تَسْتَخْدِمُها في النَّمُو. الرِّيحُ بالطَّاقَةِ تَهْبُ، والأمواجُ بِها تَمُوجُ عِبرَ المَحيِطِ، والسَّيَّارةُ تَسِيرُ بالطَّاقَةِ المُخْزَنْةَ في وَقُودِها. لَكِنَّ كُلَّ هَذِهِ الأَشْيَاءِ ما كَانَتْ تَكُونُ في غِيَابِ قُوَى فاعِلَةٍ، فَاسْتَخْدَمَ الطَّاقَةَ يَنْطَوِي دَوِّماً على قُوَى بِشَكْلٍ أو بآخر. فَالقُوَى ضَرُورِيَّةٌ لِبَدءِ حَرَكَةِ الأَشْيَاءِ، أو لِتَغْيِيرِ نَمِطِ حَرَكَتها، أو لِوَقْفِها عَنِ الحَرَكَةِ. وبالقُوَى أَيْضاً تُفْتَتِ الأَشْيَاءُ أو يُشَدُّ بعضها إلى بعض. فَيُدَوِّنُ القُوَى والطَّاقَةَ لا يُمكنُ أَنْ يَحْدُثَ أيُّ شَيْءٍ في الكَوْنِ.



استخدام الرِّيحِ

يَنْطَوِي زَلْزَلَتُ الأمواجِ الشَّرَامِيَّةِ على اسْتِخدامِ القُوَى والطَّاقَةِ بِزِراةٍ. فَتَسْتَخْدِمُ زَلْزَلَتُ الأمواجِ طاقَتَهُمُ الحَسْبَ لِحَتِّمْ بالوَحِ والْفَرَقِ فِوقَ الأمواجِ، بِمِثْلِ تَوَلُّدِ طاقَةِ الرِّيحِ القُوَّةِ الَّتِي تَدْفَعُهُمْ قُدَّماً. وَإِذَا تَجَاوَزَتْ هَذِهِ القُوَّةُ حُدُودَها في أيِّ اتِّجاهٍ يَحْتَلُّ توازَنُ اللُّوحِ فَيَنْطَلِقُ بِرَاقِيهِ. لَدُنْكَ بِمِثْلِ رَاكِبِ الأمواجِ قُوَّةٌ حَيْثُ اتِّجاهُ هُبُوبِ الرِّيحِ تَتَغَيَّرُ من جِلْفِ تَوَلُّدِها وإِتمامِ الشَّرَاعِ مُتَّعِباً.

تَوَلُّدُ القُوَى في كُلِّ شَيْءٍ حَتَّى في البُيُوتِ المُتَعَمِّقَةِ المَجْهَرِيَّةِ.



طاقة من الشَّمْسِ

تَوَلُّدُ الشَّمْسِ مُعْظَمَ الطَّاقَةِ الَّتِي نَحْتَاجُ إِلَيْها بِالشَّمْسِ الَّذِي نَبْشُهُ. في سَاعَةٍ واحِدَةٍ يَحْمِلُ الأَرْضُ مِنَ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ أَكْثَرَ مِمَّا تَسْتَهْجِكُهُ البُيُوتُ جَمْعاً في سَنَةٍ كامَةٍ. أَمَّا البُيُوتُ، فَتَدَوِّرُ الشَّمْسُ أَعْلَاهُ، فَتَحْتَاجُ الطَّاقَةَ الشَّمْسِيَّةَ لِلنَّوْمِ، وَهي تَخْزِنُ بَعْضاً مِنْها كطَاقَةٍ كِيماوِيَّةٍ. وَالْحَيَوانُ الَّذِي يَأْكُلُ تِلْكَ البَسَاتِ يَسْتَخْدِمُ تِلْكَ الطَّاقَةَ المُخْزَنْةَ.



القُوَى في المِياهِ

تَسْتَدِيرُ الأَبْنِيَّةُ بِأَشْدُونِ في الجِشْيَانِ خَرُورَةً مَشْهُودَها لِلقُوَى الكَبِيرَةِ الَّتِي هُنا تَتَعَرَّضُ لَهَا كَلِّلاً تَهَار. هَذا السُّفْطُ، في إِحدى مَحْطَّاتِ مِطارِ جَدَّةِ بِالسُّلْطَةِ العَرَبِيَّةِ الشَّعُوبِيَّةِ، مَعْصُوفٌ مِنْ رُجَاجٍ لِيَفْنِي أَكْثَلَ مِنَ المِئَلَةِ مِنَ الطَّاقَةِ السُّلْطَةِ القُوَى المُشْجَلَةُ بِأَسْطِاقِ فَرِيدَةٍ.

في الفِضاءِ

تَعْمَلُ القُوَى والطَّاقَةُ على غَاطِيٍّ وَاسِعٍ في المِضاءِ. فَالْجُودِمْ سَعْفُ بِما تَلْبَعُهُ مِنْ طاقَةٍ حَرارِيَّةٍ وَطَبَوِيَّةٍ. وَيَقِي جُودِ النَجمِ حِوَالِيَّ بَلَوَّةِ الجاذِبَةِ - وَهي القُوَّةُ ذاتُها الَّتِي تَجْذِبُ الأَجْسامَ إلى الأَرْضِ.



أضواء الليل

الكهرباءُ شَكْلٌ مِنْ أَشْكالِ الطَّاقَةِ يُولَّدُ في مَخْطَاطِ لَمُورٍ خَصْمَةٍ، وَيُفَلِّ بِالكَبَلاتِ تَحِيَّ مَسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ إلى المَنازِلِ والمِصانعِ والمُصانِعِ. وَيَكُونُ رُؤْيُ مِثْلِهِ تَحْوِيلُ هَذِهِ الطَّاقَةِ بِسَهولَةٍ إلى طاقَةٍ حَرارِيَّةٍ أو ضَوِيَّةٍ أو إلى قُوَّةٍ مِيكانِيكِيَّةٍ.

القُوَى دُونَ الذَّرِيَّةِ

تَوَلُّدُ القُوَى في الجِشْياناتِ المُتَعَمِّقَةِ كَمَا في الأَجْسامِ الصَّخْمَةِ. فَالقُوَى الذَّائِرَةُ دَاجِلُ نَوَى الذَّراتِ هِيَ أَشَدُّ القُوَى، وَهي القُوَى الَّتِي تَحْزِرُ طاقَتُها في انفِجارٍ قَبِيلَةٍ نَوَوِيَّةٍ.

القوى

القوى في الطيران

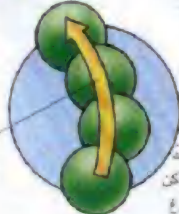
تؤثر على الطائرة أثناء الطيران قوى أربع، فالمحرك يولد قوة الدفع إلى الأمام، والجناحان يولدان قوة الرفع صعوداً، وقوة الجاذبية الأرضية تُلدّ الطائرة إلى أسفل، بينما تعيق مقاومة الهواء سبيط الطائرة بقوة ردة الفعل الناتجة عن انبعاثها فيه.



تُحيط بنا القوى من كلّ جانب؛ والقوة دفع أو شدّ يؤثر في الجسم، فالريّح تبدّل قوة حين نهّب، والجاذبية الأرضية قوة تجذب الأشياء نحو مركز الأرض فتكسيها أوزانها. والحيوانات والمكينات أيضاً تؤثر بقوى مختلفة. فعندما تيبّ جندبة من سطح ورقة نبات، تضغط ساقها بقوة صغيرة عليها. والمكينات تُستخدم لتوليد قوى ضخمة، فالمحرك النفاث يولد قوة أكبر بحالين المرات من القوة التي تولدها وثبة الجندبة.



القوى
يمكنها أن
توقف الأجسام المتحركة
أو تسبب سرعتها.



القوى يمكنها
أن تُغيّر اتجاه
الجسم المتحرك.



القوى يمكنها أن
تجعل الجسم
المتحرك يركب.



قوى الازدواج
يمكنها أن تلوي
أو تقلل الحركة.



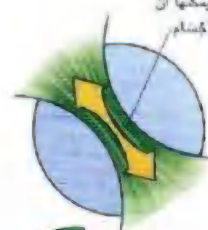
القوى يمكنها أن تحرك
الجسم الساكن
أو تسرع
الجسم
المتحرك.



القوى يمكنها أن
تجعل الجسم يغمض
أو يظهر في سائل.



القوى المردوجة
يمكنها أن تنفي الجسم



القوى يمكنها أن
تقلل الأقسام



القوى
يمكنها أن
تعمق
الأشياء.



قوى الازدواج يمكنها أن
تجعل الجسم يركب أو يغير.



القوى يمكنها أن
تؤثر على الجسم
تسلوه.

تأثيرات القوى

أربعة أشياء رئيسية قد تحدث إذا ما دفعت قوة جسمًا أو شدته. فالجسم الساكن قد يبدأ بالحركة، والجسم المتحرك قد تتغير سرعته أو يتغير اتجاهه، أو قد يتغير شكل الجسم أو حجمه بذلك. وكلما ازدادت القوة يزداد تأثيرها.

قوى الطبيعة

تغض أخوال القنص تزلّذ
قوى عظيمه. فالأعاصير
الدوامية قد تحدث دمارًا هائلًا
والصحن منها قد يهلك عالميًا في
التوكل ما يعترض طريقه، من سيارات وأبنية وأشجار ثم
يُسقطها لتسحق على بُد مئات الأميال من مواقعها الأصلية.
والأعاصير الدوامية الأكثر تدميرًا هو الشّكل عام ١٩٢٥ في
الولايات المتحدة الأمريكية حيث قُتل مائت الأشخاص
ودمرت المباني وقُلت السيارات وانقلعت الأشجار بعرض
٣٠٠ متر على مدى تساهم الشّابع.



مَجَالَاتُ القُوَّة

مَجَالَاتُ القُوَّة هو المنطقة التي يُشعر
بتأثيرها فيها. وتزداد شدّة المجال
بالاقتراب من مصدر القوة،
كمغناطيس مثلاً. فإذا تزلّذ تروادة
الحديد على صليحة روبي موضوعة
فوق قضيب مغناطيسي، تراها
تتجمّع بموازاة خطوط القوة في
المجال المغناطيسي. وتُبين هذه
الخطوط نسق انتشار مجال القوة
حول المغناطيس.





عبد السلام

في العام ١٩٧٩، أصبح
العالم الباكستاني، عبد
السلام، (المولود عام
١٩٢٦) أوّل شخص من
بلاهة بنال جائزة نوبل. كان
عبد السلام يربّث في أن
ش القنّز أراد له غير ذلك إذ
منحه لإدارة الفيزياء في
١. وهناك طوّرت نظرية القوة
صحيّة أدركه في الشحّير
رنا، بالقرب من حنف،

قوى التلاؤس واللاتلاؤس

يُشَخَّصُ بعضُ القَوَى فقط عندما يَنْشُرُ جِسْمًا آخَرَ، وتُعرَفُ هذه القَوَى بِقَوَى التَّلَاسُّسِ أو التَّمَاسِ. وهنالك قَوَى أُخْرَى تَفعَلُ أو تُؤثِّرُ دونَها تَمَاسُّسًا، فالْمِغْنِيسُ مِثْلًا، يَستطِيعُ جَذْبَ قِطْعَةٍ مِنَ الحَدِيدِ دُونَ أَنْ يَلْمِسَهَا. وتُعرَفُ هذه القَوَى بِقَوَى اللانِلاَسِ.

الكهرمانية الساكنة في
المسطرة تجعل قطع
الورق المسحوق
الصغيرة تفرق نحو
المسطرة وتعلق بها.

القوى الكهربائية

تتضمن المسطرة اللدائية بالكهربائية
الساكنة إذا ذُلكت بقميص من الصوف
أو الفاتنة. وهذه الكهرباء تجعل
المسطرة تجذب قطعاً ورقية صغيرة
بحرها بدون أن تلمسها.

لمزيد من المعلومات أنظر

القوى والحركة	ص ١٢٠
مصادر الطاقة	ص ١٣٨
الطاقة النووية	ص ١٣٦
الكهربائية الساكنة	ص ١٤٦
المغناطيسية	ص ١٥٤
بنية الأرض	ص ٢١٢
الأحاسيس المُوَافِية	ص ٢٥٩

لطاق الحرارة
والسوية المبتعة من
لشمس مصدرها القوى
تنوثة في نواتها

التقوى الأساسية

القوى الأساسية هي الجاذبية والكهربائية والمغناطيسية وتتحال من القوى النووية دُمجاً الواحدة والقوية وجميعها ما تنشأ من القوى شُملت بشكل أو بآخر من هذه القوى الأساسية. في العام 1٩٧٩، نال جائزة نوبل للفيزياء كل من شلدن جلاشو وستيفن واينبرغ وعبد السلام لجهودهم في أن القوى المغناطيسية والكهربائية والقوية الواحدة هي في الحقيقة مظهر لقوة واحدة هي القوة الكهترومغناطيسية. وحازوا العلماء حاليًا بزمرة النظرية الموسعة العظمى (ن.م.ع) المثالي بوجود علاقة تربط بين الجاذبية والقوة النووية القوية وبين القوة الكهترومغناطيسية.

أرواحك الشامت
الشمسية تولد الكهرباء
من ضوء الشمس

الجانبيّة قُرّة بعيدة المدى
فالجانبية الارضية بعدد
انزها بعيدا في الفضاء
بحيث تُقَي السوائل في
مداراتها.

لَارْضُ مُغْنِطِينَ
ضَحْمَ، تَجْعَلُ قُوَّةَ
هَرَّةِ الْمَوْضَلَةِ تَحْنُ
تَجَاهَهَا نَحْوَ الشِّمَالِ
يَمَّا تَكُنْ عَلَى
سَطْحِهَا.

بازدياد القوة المستقمة على
الكثرة، مردد المسافة التي
تقطعها الكثرة

الخبط بالقوة

النَّعَاسُ الْجَيِّدُ ضَرُورِيٌّ عِنْدَمَا يَحِيطُ الْإِنْسَانُ
بِقُوَّةِ الْبِنَاءِ بِعَضَاءٍ، فَيُؤَدِّي الْعَصَا نَسْفَاقَ قُوَّةِ تَلَاثِي الْكَوَّةِ فَتَحْرُكُهَا. وَإِذَا
رَعِلَتْ الْكَوَّةُ الْمُنْحَرِكَةُ بِحَرِّهِ أُخْرَى سَاكِتَةٍ، وَإِنْ صَدَعَتِ النَّعَاسُ تَحْرُكُ
الْكَوَّةِ الثَّانِيَةِ.

القوة العرة

ي القفز العالي بالزانة (أو المتصا الطويلة). يستعين اللاعب بقوة عضلاته
فهو يمشي حُرْف الزانَة في الأرض ثُمَّ يَنْشِي الطرف الآخر بِقُوَّةٍ مُتَّزِلًا وَهُوَ
يَقْضِي وَبَعْدَهُ اسْتِغَاةُ الزانَة تُسَلِّطُ
بِقُوَّتِهَا قُوَّةً وَفَعَّ عَلَى اللَّاعِبِ
تَمَكَّنَتْ مِنَ الْقَفْزِ عَالِيًا
وَالْتَمَاسُ حَاجِلٌ هَا
طَيَّحًا فِي اللَّاعِبِ
وَعَصَا!

جَمْعُ الْقَوَى وَمُحَصَّلَاتُهَا

الكثير من الأجسام يؤثر فيها أكثر من قوة واحدة. فوزن البخت مثلاً، قوة نشده إلى أسفل فيما يدفعه الماء إلى أعلى بقوة مُعادلة تمنعه من الغرق. ونهبُ الريح على الأشعة فتدفع البخت بقوة عبر الماء، لكن الماء يضاد حركة المركب بقوة تبطل سرعته. وتُدعى النتيجة الإجمالية لتأثير قوتين أو أكثر في جسم ما مُحَصَّلَة تلك القوى. وهكذا نعرف مُحَصَّلَة قوتين بأنها القوة المفردة التي لها نفس تأثير القوتين معاً. وجدير بالذكر أن القوى هي كميات موجهة والكمية الموجهة ذات مقدار واتجاه يُحددها.

المُحَصَّلَة

لإيجاد مُحَصَّلَة قوى مُتعددة يوجب أخذ اتجاه ومقدار كلٍّ منها بالاعتبار. وعندما تُسَلَق قوتان على الجسم ونمثل إحداها عن الأخرى بزاوية معينة تلغ المُحَصَّلَة بين القوتين.



قوى الإبحار الشراعي

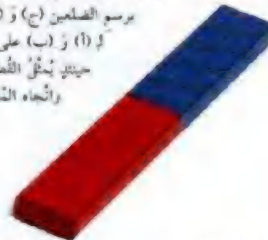
يسير البحارة مراكبهم الشراعية في الاتجاه الذي يريدونه بعض النظر عن اتجاه هبوب الريح. ذلك لأن هناك قوتين متضادتين لإنتاج مُحَصَّلَة تدفع المركب في الاتجاه المُعين: القوة على الأشعة، وهي تعني على اتجاه الريح وعلى موقع الأشعة، والقوة التي يتيبها صالِب القاعدة وهي تمنع انحراف المركب جانبياً.



المُحَصَّلَة تُجرى
الكتلة إلى الأمام.

متوازي القوي

إذا أثرت قوتان في جسر بالجانبين متساويتين، وبزاوية معينة بينهما، يُمكننا إيجاد مُحَصَّلتهما برسم متوازي أضلاع يُمثل الضلعان (أ) و (ب) فيه مقدار واتجاه القوتين. ثم تكمل المتوازي برسم الضلعين (ج) و (د) متوازيين لـ (أ) و (ب) على التوالي. حينئذ يُمثل الضلع (هـ) بمقدار واتجاه المُحَصَّلَة.



عندما يجذب قضيبا المُحَلِّس الكُرَّاتِ الفولاذية بقوتين متساويتين ومتساويتين، تبقى الكُرَّاتُ ساكنة في مواضعها ولا تتحرك نحو أي من المُحَلِّسَيْن.

رفع الأثقال

إذا أثرت قوتان مُتضادتين المقدار في جسر في الجانبين مُضادتين، فالنتيجة المُحَصَّلَة هو اتجاه القوة الأكبر. لذلك يُشَدُّ رافع الأثقال في بَدَل قوة رفع تقوى على الثقل الشراء زحفه، في حين يشدُّ الأثقال بوزنه إلى أسفل، إن على رافع الأثقال أن يبذل قوة رفع أكبر من وزن الثقل كي يستطيع رفعه. أما إذا كان وزن الثقل هو الأكبر فإن الثقل يسيطر حركته إلى الأرض.



القوى المتساوية المتضادة

إذا سَلَّمت قوتان على جسر في الجانبين مُضادتين مُتساويتين، فمُحَصَّلتهما هي الفرق بينهما وتتركز في اتجاه القوة الأكبر. وإذا كانت القوتان متساويتين، فإنهما تتعادلان - أي لمَاوِل (إحداهما الأخرى، وتكون المُحَصَّلَة جُزْءاً، فلا يتحرك الجسم.

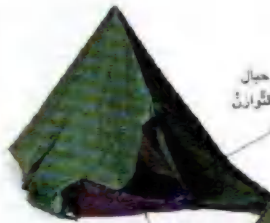
القوى المتساوية

عندما تُشَدُّ القوي في اتجاه واحد فتُحَصَّلتهما هي مجموعها. فإذا عجلت فاطمات معاً على جُرْ قطار في الاتجاه نفسه، فإن قوتيهما متضادتين وتكون المُحَصَّلَة ضعف قوة الفاطمة الواحدة.

لمزيد من المعلومات انظر

القوى ص ١١٤
القوى في الموائع ص ١٢٨
الضغط والضغط ص ١٢٩
المُعْتَبَرَة ص ١٥٤
حقائق ومعلومات ص ٢٠٨

القوى المتوازنة



إنا نطلع أحد حبال الخيمة، يتخلل التوازن ونهتز الخيمة.

شدّ الجبال في الخيمة

عندما تُشدّ الخيمة بشكل صحيح تُرسبها حبالها المشدودة من مختلف جوانبها، فلا تتعرض الجبال من كل جانب في الخيمة تُشدّ في أنحاء مُشاة يُشدّ جبال الحبال الأخرى، فتوازن شدائد الخيمة من كافة الجوانب وتُرسبها.



إذا كانت ثلاث قوى في حالة توازن، فإنّ رشدها بقياس نسبي يؤولت مُثلثًا - مُثلثٌ فيه الأضلاع مقدار واتجاه القوى وتكون جميع هذه الاتجاهات مُوحدة في اتجاه عقارب الساعة أو عكسها.



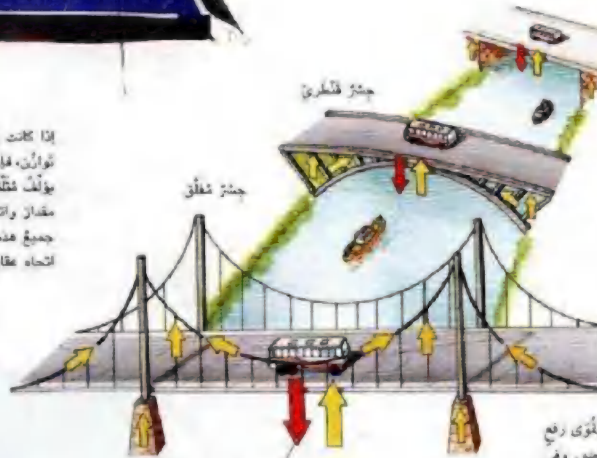
المُثلث هو الأمان

الشكل المُثلثي هو الأمان كوحدة بناء فهو فريد في مقاومته للانقلاب أو اللزج والانهار تحت الضغط، لذا يُصنّف الكثير من المباني والجسور على أساس أشكال مُثلثية. إنّ القطاعات المُثلثية في القبة الزاوية أعلى، تسمح بنائها من الزجاج المُبني، التي هو، بخلاف الخرسانة، شفاف للأمواج اللاسلكية.

لمزيد من المعلومات فَتَحْ

- تصميم المواد ص ١١٩
- القوى ص ١١٤
- القوى والحركة ص ١٢٠
- الحاذية ص ١٢٢
- قوى الدوران والتدوير ص ١٢٤
- الإقفاص ص ١٦٤

إذا سُلطت قوّة على جسم ولم يحدث شيء، فهذا يعني أنّ القوّة المُسلطة توازنها قوّة أخرى. ففي لعبة شدّ الحبل مثلًا، قد يشدّ كلٌّ من الفريقين بجهد وقوّة بالغين والحبل باقٍ في موضعه. ذلك لأنّ قوَى الفريقين مُعادلة، فهما يشدّان في اتجاهين مُضادين بقوَى مُساوية، بحيث يكون الناتج الإجمالي لقوَى الفريقين مُعطلة صفرية. فنقول إنّ الحبل أو الجسم في حالة توازن. وحين تجلس أنت على كرسي، فإنّك تضغط عليه إلى أسفل بقوّة مُعادلة وزنك. وإذا لم يتفوّض الكرسي، فذلك لأنّه يدفع إلى أعلى بقوّة مساوية لوزنك.



جسر قلندي

بناء الجسور

لُتّى الجسور بمواصفات مُحددة يُستطع حمل أوزانها من أوزان حركة المرور الكثيف غزرها دون أن تنهار. فلا بُدّ أن توازن قوَى الشدّ المُتوزعة إلى أسفل بقوَى الدفع إلى أعلى. أتتدّ أنواع الجسور هو الجسر العنقي (الأطراف الفوارس) المُشدّين يربح من كل طرف. أنا في الجسر الشُعلي يَدْعُمُ الوزن بقوَى دفع من التّكديلات طرفه كما من الأبراج تحته. وفي الجسر القنطري، لتُقلّ إنشاءات القنطرة المُرسّسة الوزن إلى الدعائم في طرفي.

القوى في الأبنية

يُصنّف مُهندسو العمارة الأبنية بحيث تكون القوى المؤثرة على جدرانها وأساساتها مُتوازنة، وإلاّ تعرضت للانهار. ويُلاحظ أنّ الجدران الخارجيّة لِكثير من كاتدرائيات العصور الرُسلي مستدّة بدعائم زافرة تنصّب عاليًا من الأرض لموازنة تلك الجدران في حمل وزن السقف الهائل. وفي الصورة المرفقة بعض أكثر هذه الدعائم تعقيدًا في كاتدرائيّة لمان، بفرنسا!



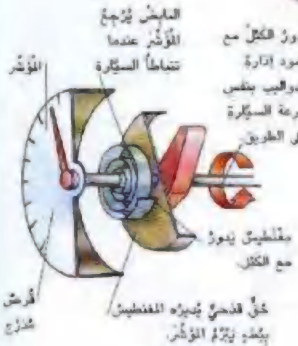
حمل الحمل

لنّ يشكّل القبل من حمل جذع الشجرة سبي أنّ برقمه شاعورًا بقوّة شدّ إلى أعلى وبند قليلًا على وزن الجذع أي القوّة التي شدّه سفلًا. فالقوتان المُضادتان مُعادلتان إذا كانتا مُساويتين ومُتساويتين.

السرعة

السرعة النسبية

السرعة النسبية لجسمين متحركين هي السرعة التي يبدو أن أحدهما يتحرك فيها عندما يُرصد من الجسم الآخر. فالسرعة النسبية لسيارتين متحركتين بالسرعة نفسها في الاتجاه نفسه تساوي صفراً.



الدوائر تُرَجَّع
المؤشر عندما
تتناوب السيارة
المؤشر
مع القفل
مِقْلُطِيْن يَدَوْر
عَلَى الطَرِيقِ
عَمُودِ إِيَارَةِ
يَدَوْرٍ كَثِيْلٍ مَعَ
الدَوَلِيْبِ يَنْفَسُ
سُرْعَةَ السَّيَّارَةِ
عَلَى الطَّرِيقِ

عَدَّادُ السَّرْعَةِ
يُحَسِّنُ عَدَّادُ السَّرْعَةِ فِي السَّيَّارَةِ
السَّرْعَةَ الْأَتَمَّةَ - أَيِ السَّرْعَةَ
الَّتِي تَسِيرُ بِهَا السَّيَّارَةُ فِي تِلْكَ
الْمَحَلَّةِ. وَيُحَاوِرُ عَدَّادُ السَّرْعَةِ
بِرَاسِطَةٍ كَثِيْلَةٍ مُتَّصِلَةٍ بِعُشُدِ
إِيَارَةِ الدَوَلِيْبِ

عندما نقول إنَّ سيارَةً تَسِيرُ بِسُرْعَةِ ٥٠ كم في السَّاعَةِ فَذَلِكَ
يَعْنِي أَنَّ السَّيَّارَةَ تَسْتَعْرِقُ سَاعَةً مِنَ الْوَقْتِ لِتَقْطَعَ مَسَافَةً
٥٠ كم. وَهَذَا صَحِيْحٌ فَقَطْ إِذَا كَانَتِ السَّيَّارَةُ تَسِيرُ بِسُرْعَةٍ ثَابِتَةٍ
- أَيِ بِالسَّرْعَةِ نَفْسِهَا دَوْنِ تَغْيِيرٍ. لَكِنِ السَّيَّارَةُ فِي رِحْلَةٍ حَقِيقِيَّةٍ
تُبْطِئُ أحيانًا، وَتُسْرِعُ أحيانًا أُخْرَى؛ لِذَا فَمِنْ الْمُفِيدِ احْتِسَابُ
مُعَدَّلِ السَّرْعَةِ. فَإِذَا قُطِعَتِ السَّيَّارَةُ ٢٠٠ كم فِي سَاعَتَيْنِ،
عِنْدَئِذٍ يَكُونُ مُعَدَّلُ سُرْعَتِهَا ١٠٠ كم فِي السَّاعَةِ - أَيِ الْمَسَافَةِ
الْمَقْطُوعَةِ مَقْسُومَةً عَلَى الزَّمَنِ. السَّرْعَةُ، عِلْمِيًّا، لَا اتِّجَاةَ
مُحَدَّدًا لَهَا، لِذَا فِيْهَا كَمِيَّةٌ لَمْوَجَّهَةٌ. أَمَّا السَّرْعَةُ فِي اتِّجَاوِ
مُحَدَّدٍ، فَتُعْرَفُ بِالسَّرْعَةِ الْإِتِّجَاهِيَّةِ وَهِيَ كَمِيَّةٌ مُوجَّهَةٌ.

أَسْرَعُ الْقَطَارَاتِ السَّرِيعَةِ -
٥٦٥ كم/سا

طَائِرَةٌ نَهَّالَةٌ -
٢٥٢٩ كم/سا

سَيَّارَةُ السِّيَاقِ تُرْسِتُ ٢ - حَامِلَةً
لِلزَّمَنِ الْقِيَاسِيَّ لِلسَّرْعَةِ الْأَرْضِيَّةِ -
١٠١٩ كم/سا

سُرْعَاتٌ مُخْتَلِفَةٌ

إِسْرَافِي الطَّوْفِ بِسُرْعَةِ ٣٠٠ ألف
كم فِي الثَّانِيَةِ، وَيَسِيرُ الْكَسَلَانُ -
وَهُوَ مِنْ حَيَوَانَاتِ أَمْرِيكََا
الْأَسْتَوَالِيَّةِ، بِسُرْعَةٍ لَا تَسْجَاوِي ١٢٠ مِتْرًا فِي السَّاعَةِ
حَتَّى إِنَّهُ لَمِنْ الصَّعْبِ أَنْ تُرَاةَ وَهُوَ يَتَحَرَّكُ فَعَلًا.
وَلِلْمَفَارَةِ إِلَيْكَ السَّرْعَاتِ الْمَخْتَلِفَةَ لِبَعْضِ الْأَشْيَاءِ:

سَيَّارَةٌ
رِيَابِيَّةٌ -
٢٢٥ كم/سا

دَوْرَقِي سِيَّاقِي أَيْ -
١٦٦ كم/سا

فَهْدٌ -
١١٦ كم/سا

إِنْسَانٌ -
٢٦ كم/سا

أُوْلَبٌ -
٤ كم/سا

خَلَّازُونٌ -
٠.٠٥ كم/سا

تَوَقُّتُ الْإِنْتِهَاءِ

فِي نِهَآيَةِ السِّيَاقِ، يَمُرُّ الرِّيَاضِيُّونَ أَمَامَ مَصُوْرَةٍ
فُولْتَاغَرَاْفِيَّةٍ تَلْفُظُ سُرُوْعَهُمْ، طَوَالَ فِتْرَةِ الْوَسُوْلِ،
مُؤَقَّتَةً بِسَاعَةٍ حَامِئِيَّةٍ مَقْصُوفَةٍ لِحِزْوٍ مِنَ أَلْفِ مِنَ
الثَّانِيَةِ. وَبَعْدَ التَّظْهِيرِ، تُبَيِّنُ السُّرُوْعَةُ الْفَائِزَ فِي
السَّابِقِ وَالْوَقْتُ الَّذِي سَجَّلَهُ.

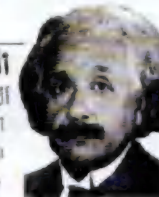


النظرية النسبية

عَامَ ١٩٠٥، نَشَرَ آيْنَسْتَيْنُ نَظَرِيَّتَهُ النَّسْبِيَّةَ، الَّتِي تَنْظُرُ بِأَنَّ مَرُورَ الزَّمَنِ يُبَدِّرُ
بَطِيئًا عَلَى جِسْمٍ يَسِيرُ بِسُرْعَةٍ تَقَارِبُ سُرْعَةَ الضَّوِّ. وَأَنَّ لَا شَيْءَ فِي
الْكَوْنِ يَسْتَطِيعُ أَنْ يَسِيرَ أَسْرَعَ مِنَ الضَّوِّ. فَالسَّاعَةُ فِي قِطَارٍ يَطْلُزُّ بِسُرْعَةٍ
تَقَارِبُ سُرْعَةَ الضَّوِّ، تَبْدُو بِطَوْنَةِ الْحَرَكَةِ لِشَخْصٍ خَارِجٍ. وَقَدْ اكْتَشَفَ
آيْنَسْتَيْنُ أَيْضًا أَنَّ الْمَآثِمَةَ يُمْكِنُ أَنْ تُحَوَّلَ إِلَى طَاقَةٍ؛ وَهَذَا بِالنَّفْعِ هُوَ
مَصْدَرُ الطَّاقَةِ فِي اتِّجَاوِ ذَرِيٍّ أَوْ فِي تَغَاغُلِي نُوْتْرُونٍ.

ألبرت أينشتاين

أَلْبِرْتُ آيْنَسْتَيْنُ (١٨٧٩-١٩٥٥)
أَحَدُ أَكْثَرِ الْعُلَمَاءِ عَلَى مَرِّ
الْعَصُورِ وُلِدَ فِي أَلْمَانِيَا، وَهُوَ
صَاحِبُ نَظَرِيَّةِ النَّسْبِيَّةِ
الْمَشْهُورَةِ. أَصْبَحَ أَسَاقًا



لِلْفِيزِيَا، فِي جَامِعَةِ بَرَلِينِ، وَنَالَ جَائِزَةَ نُبُوْلِ لِلْفِيزِيَا عَامَ
١٩٢١. تَرَكَ آيْنَسْتَيْنُ أَلْمَانِيَا وَاسْتَقَرَّ فِي الْوِلَايَاتِ
الْمَتَّحِدَةِ الْأَمْرِيكِيَّةِ. وَتُعَدُّ نَظَرِيَّتُهُ فِي النَّسْبِيَّةِ الْخَاصَّةِ
وَالْعَامَّةِ أَسَاسَ افْكَارِنَا عَنِ الْكَوْنِ.

لِزِيْدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ لِمُفَرِّغٍ

خُتْمُ الْقُوَى وَتَغَاغُلَاتِهَا ص ١١٦
التَّشَارُغُ ص ١١٩
الطَّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ ص ١٣٦
الضَّوُّ ص ١٩٠
التَّضْوِيْرُ الْمَرْتَمِزُ غَرَامِي ص ٢٠٦
قُوَّةُ خِيَاةِ النُّجُومِ ص ٢٨٠
الْحَرَكَةُ ص ٣٥٦

التسارع



تتدحرج الكرة
إلى الأمام عندما
يتسارع الطيار
إلى الوراء.



تتدحرج الكرة
إلى الوراء عندما
يتسارع الطيار
إلى الأمام.



تطبيقات على التسارع

نُساعد جهاز الطيران الأوتوماتي قيادة الطائرات الحديثة في قيادة طائراتهم. ويُقاس هذا الجهاز بقياس تسارع يتحسن التغير الحاصل في سرعة الطائرة - عشوياً أو ألياً. فإذا تسارعت الطائرة في اتجاه ما، يتحرك جزء من مقياس التسارع في الاتجاه المعاكس - إلى حد ما ككرة في طبق - فيكتشف حاسوب هذا التحرك ويُعيد الطائرة إلى مسارها المحدد.

تبلغ
السرعة النهائية
للجسم

الحدوث الساقط في
وضع مستقر
قريباً
١٦٠ كم/سا.

تزيد الكثافة
المعقوفة شفاقة
الهواء فتعادل الجاذبية
على سرعة أيضاً بكتير.

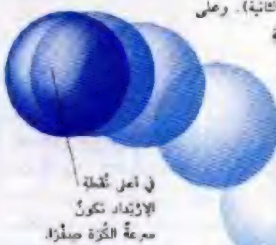


السرعة النهائية

كل جسم ساقط، كالمظلي الجوي، يتسارع أثناء السقوط لأن جاذبية الأرض تُسرّع كافة الأجسام الساقطة بحريّة مُعقولة ثابت مقدارها ٩.٨ م في الثانية في الثانية. (أي تزداد سرعة الجسم الساقط ٩.٨ م في الثانية كل ثانية). لكن الجسم لا يمكنه السقوط فعلاً بحريّة، لأن الاحتكاك به وبين الهواء (أي مقاومة الهواء) يؤثر ضد الجاذبية. وتزداد مقاومة الهواء كلما زادت سرعة الجسم الساقط. وعندما تُعادل مقاومة الهواء قوة الجاذبية، يتوقف تسارع الجسم فيتابع سقوطه بسرعة مُعقولة. تُدعى السرعة النهائية.

مسابقات التسارع

يُحسب التسارع بقسمة تزايد السرعة على الوقت اللازم لحدوث تلك السرعة. ويُقاس بوحدات مُعقولة كالكيلومتر في الساعة في الثانية مثلاً. ففي سباق التسارع مثلاً، قد تسارع السيارة من صفر إلى ٤٧٦ كم/سا في ٤.٨ ثانية (أي ٩٧.٥ كم/سا في الثانية). وعلى السائق استخدام مقلّة تقاصر لوقت السباق قبل نهاية السباق.



في أعر مُعقولة
الازدياد تكون
سرعة الكرة صفرًا.



عندما تزايد سرعة السيارة، يقال إنها تسارع. وإذا كنت مسافراً في سيارة وتسارعت فجأة فإنك ترتد في مقعدك إلى الخلف. تسارع السيارة عندما يضغط السائق دواسَة المُعجل بقدمه؛ ويزداد ضغطه، يزداد تسارعها. التسارع قياس لمقدار تزايد السرعة، فإذا تناقصت السرعة يكون التسارع سلبياً، ويُعرف عندئذ بالتقاصر. ويحدث التسارع والتقاصر عندما تُسلط قوة غير موازنة على جسم متحرك في اتجاه مساره.



مدى مسافات التوقف

بين ضمانات السلامة في السيارات قُدريتها دوماً على التسارع أو التقاصر بسرعة. والمكابح الجيدة ضرورية بنوع خاص، لأنه يزداد سرعة السيارة، ويزداد حمولتها، تزداد صعوبة إيقافها. ويُبين أعلاه مسافات التوقف الدنيا لسيارة متوسطة في حالة توقف طارئ - علماً أن مسافة التفكير هي المسافة التي تقطعها السيارة قبل أن يحدد مُتسكن السائق فعلاً إلى إعمال المكبح، ومسافة الكبح هي المسافة التي تقطعها السيارة بعد إعمال المكبح. ونلاحظ أن مسافة التوقف الدنيا للسيارة المطلقة بسرعة ١١٨ كم/سا أطول من مُكبح كرة القدم!

توقّف الكرة المُنتقلة إلى
مُثلٍ أخفض مرة بعد
الأخرى لأنها تنسحب
الطاقة تدريجياً.

تتباطئ الكرة من اليسار
إلى اليمين.

الكرة المُنتقلة

تسارع الكرة المُنتقلة سُقوتها وتقاصر سُقوتها، فإتاه سُقوتها تقطع مسافة أكثر كل عُشر من الثانية، وأثناء سُقوتها تقطع مسافة أقل كل عُشر من الثانية. وفي المُثل الأتسى لكل ارتداد، تبلغ الكرة حالة السكون المُعقولة من الزمن.

لمزيد من المعلومات انظر

- السرعة ص ١١٨
- الاحتكاك ص ١٢١
- الجاذبية ص ١٢٢
- قياس القوى ص ١٢٣
- الشغل والطاقة ص ١٢٤
- الشوارب ص ٢٩٩

القوى والحركة



في الهواء

إذا رميت كرة بقوة، فإنها في الوقت نفسه تسير للأمام في الجاهين: إلى الأمام بسرعة ثابتة نوعاً، وإلى أسفل بسبب الجاذبية الأرضية. والمسار الذي تتجده الكرة هو حيلة الحركتين.



القصور الذاتي (العتالة)

بدفع فريق التزلج لأجله بشدة ليدحرها، ثم يتابع التزلج ليرايذ سرعتها. إن زعجة الأراجة لمقاومة وضعها السكون أو الحركتين تدعى العتالة أو القصور الذاتي. والأجسام جميعها ذات قصور ذاتي يزداد بزيادة كتلتها.

تؤكل عضلات ساقتي الضفدع قوة تدفعه في الهواء.

يبقى للضفدع سكوناً ما لم تؤثر فيه قوة غير موازنة.



القوة التي تدفع الضفدع صعوداً في الهواء، لأعلىها قوة رد فعل مساوية وللمساواة تدفع ورقة النيلوفر (زنبق الماء) لؤلا.



قانون نيوتن الثالث

يصل قانون نيوتن الثالث على أن لكل فعل رد فعل مساو له في المبدأ ومضاد له في الاتجاه. فأنك حين تدفع أو تدفع جسماً ما، فالجسم بدوره يدفعك أو يجرك بالمقدار نفسه.

الطريقة أفضل لالتقاط هي أن ترفق معها زوجة بحيث يذوق الارتطام فترة أطول فتقل القوة.



كمية التحرك

لكل جسم متحرك كمية تحرك ثابتة بغض النظر عن سرعة تحركها ما لم تؤثر فيه قوة. فكلما تأخذت كرة تتجهية تحرك، عليك أن تبدل قوة نفس كمية تحركها وتوقفها. لكن الكرة عند إزطاطها يدك، تبدل بدورها قوة تغير كمية تحرك يدك. وكمية التحرك التي تكتسبها يدك تساوي كمية التحرك التي تخسرها الكرة. ويزداد كمية التحرك بازدياد كتلة الجسم وسرعته.

قانون نيوتن الثاني

يصل قانون نيوتن الثاني على أنه إذا سلطت قوة على جسم فإن الجسم قد يبدأ بالتحرك أو يتسارع أو يتسارع (يتباطأ) أو يغير اتجاهه، ويتناسب تغير كمية الحركة مع القوة ويتجه اتجاهها.



قانون نيوتن الأول

الضفدع الغافض من ورقة النيلوفر الطافية يوضح حيلاً قوانين الحركة لنيوتن. القانون الأول يصل على أن الجسم بطل في حالة سكون أو حركة مستقيمة في خط مستقيم، ما لم تؤثر فيه قوة تغير وضعه.

إسحق نيوتن

إسحق نيوتن (1642-1727)، أحد أعظم العلماء على مر العصور، وُلد في لينكولنشاير، بإنجلترا. وقد أرسى إلى نجاحه كمبريدج عام 1661، لكنه، حين ضرب الطاعون مدينة كمبريدج، خلال العامين 1665-1666، عاذا إلى مسقط رأسه حيث حقق أهم اكتشافاته، فصاغ قوانين الحركة المعروفة باسمه، واخترع حساب التفاضل والتفاضل لكي يعبّر عنها. كما أنه (في قانون الجاذبية العام) شرح كيف أن الجاذبية تبقي الكواكب في مداراتها حول الشمس. وقد تجرّم نيوتن بالدمج مع المشاهير في دهر وشيخوستر يندون.

لمزيد من المعلومات اشتر

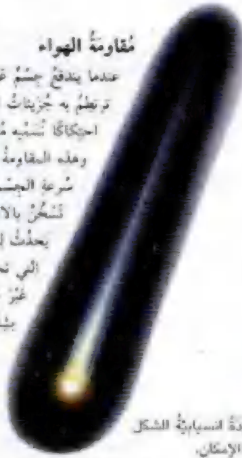
- القوى ص 111
- التسارع ص 119
- الجاذبية ص 127
- الشحركات ص 133
- الشحري ص 290
- النظام الشمسي ص 283
- الزيمات ص 328

الاحتكاك

من الصعب أن تجرَّ جُمْلًا ثقيلًا فوق سطح خشن؛ لأنَّ قوَّة الاحتكاك بين السطحين تقاوم ذلك. السطحان أملسان تمامًا لا يحدث بينهما احتكاك، لكنَّ هذا لا يوجد في الواقع. فالاحتكاك يحصل بين أيِّ سطحين يتزلَّق أحدهما على الآخر لأنَّ القطع الخشنة في سطحيهما، مهما كانت دقيقة، تعلق فيما بينها. وتردُّاد قوَّة الاحتكاك كلما ازدادت خشونة السطحين. الاحتكاك يجعل جرَّ الأثقال الكبيرة صعبًا. وتُسبِّب الاحتكاك المتواصل الحثَّ حتَّى في المعادن والفِلِزَّات. ولكنَّ لاحتكاك فوائده أيضًا، فبدونه يستحيلُ كلُّ شيءٍ بالانزلاق إلى ما لا نهاية؛ ولن تستطيع أيدينا قبض الأشياء ولن تتمكَّن من المشي إذ سنزلق كالمتزلَّجين عند أوَّل خطوة نغوم بها.

مقاومة الهواء

عندما يتدفق جسم غير الهواء، ترتطم به جزيئات الهواء شديدة الاحتكاكًا تُسبِّب مقاومة الهواء. وهذه المقاومة تعاطف بالازدياد سرعة الجسم. الأشياء تُسَّخَّر بالاحتكاك، كما يحدث للشهب والباراك التي تحترق أو تصحَّج عند جُرُّها الأرض. بهذه الاحتكاك.

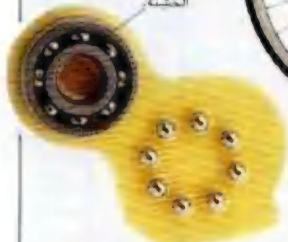


الموجة انسيابية للشكل
قدِّر الإمكان.

يقلِّص المقوم الخطين بقاء
خشنة لزجدة الاحتكاك وتشدِّد
قبضة يدي الرَّاكِب عليهما.

يُضَيِّق إطارا العولانين بالطريق يحصل
الاحتكاك؛ كما يستغنى عن طريق
تدعيمهما للقاء بالإفلات من تصفهما
فلا ينزلان بتراجم ماء على الطريق
يخفَّف الاحتكاك.

يمرُّ الرُّبَدُ إلى داخل
نقَر الشَّلُوح
الشَّشَّة.



تقليل الاحتكاك

تُسبِّب الاحتكاك تأثُّل أجزاء المكينات بالحث، لكنَّ يُخَفِّض كثيرًا باستخدام محامل كُرَّات مُزَلِّقة أو مُقطَّعة بالزيت. وتيسِّر محامل الكُرَّات تأثُّلها تذخُّر حثِّها على بعض بدل الشَّب أو الجر.

لمزيد من المعلومات فُتْطَر

القاسم ص ١١٩
قاسم القوى ص ١٢٣
المكينات ص ١٣٠
المحركات ص ١٤٣
المُتَلَبَّات والتَّبارك ص ٢٩٥

يتحمى راكِب الدَّرَاجَة بجسمه إلى
الاسم مُلَقَّبًا شكلًا انسيابيًّا ضيقًا
لتقليل مقاومة الهواء.

تُدبِّعُ لِيَتَّ (نُفْثًا)
المُشَّح على مِثَار
الدُّوَلاب مُتَبَلِّغ
حركته بالاحتكاك.

الاحتكاك في كُلِّ مكان

تؤثِّر قوَّة الاحتكاك في عدَّة أماكن في الدَّرَاجَة. فالاحتكاك في بعض الأجزاء كَلَبَّات المكينج وجرَّاري الدُّوَلابين مُهمٌّ وضروريٌّ. بينما في أجزاء أخرى كالنُفْثات، فُهمَّت أن يكون الاحتكاك في حدوده المُتَبَا.

شلُوح التَّوَأَسْتِين
الغُثْبَة والشَّدِيدَة
الاحتكاك تُمنع قَدَمي
الدَّرَاجَة من الانزلاق.

لُزْلُك
المُتَلَبَّات والشَّلُوح
(لتقليل الاحتكاك).

كريستوفر كُكْريل



المُهندِسُ البريطانيُّ كريستوفر كُكْريل (المولود عام ١٩١٠) اخترع الخوَّامة عام ١٩٥٥. وكان عِبادَ فكرته استخدَام نوافير تنفُّث الهواء إلى أسفل بِقُوَّة عَظِيمَة ترفع المركب فوق سطح الماء أو اليابس السَّهل فَيَسَّطُ دون احتكاكٍ بهما. وحين أنبأ كُكْريل الحكومة البريطانية باختراعه أهتمَّ المسؤولون بالأمر واعتبروه بالغ المُتَرَبِّه، لكنَّه لاحقًا، أُعْطِيَ الإذن بتصنيع المركبة الجديدة فكان أن أُنْزِلَتْ إلى البحر أوَّلُ خَوَّامةٍ كبيرة عام ١٩٦٩.

يُشغِّلُ الهواءُ ويُنْفِثُ بِقُوَّة تحت الخوَّامة؛ ويُشغِّلُ شروكه بالزاد دُورِيَّ حَوْلَ بَدَنِ المركبة. فَيُحْطَلُ الخوَّامة فوق بَشْدُو هَوَائِيَّةٍ تَقَلُّ الاحتكاك بينما تدفِّقها مراوح الدُّورِيَّ إلى الأمام.



الشَّكْلُ الانسيابي في الطبيعة

تُعاي الأجنَّات الشَّارِبَة في الماء الاحتكاك أيضًا، وهو ما يُعرف بمقاومة الماء. فالعائز العائش لا يَفاطُ سَمَكَةً، يَرُمُّ حَنايَته إلى الزَّوَاء مُتَلَبِّدًا شكلًا انسيابيًّا. والمعروف أنَّ غالِيَّةَ الأسماك ذات أشكالٍ شبيهة انسيابيَّة تُيسِّرُ حركتها في الماء.

الجاذبية



على الأرض

على القمر

الكتلة والوزن

الكتلة والوزن شيان مختلفان. فكتلة الجسم هي مقياس المادة الداخلة في تركيبه وهي ثابتة، بينما وزنه هو قوة الجاذبية، على كتلته، وهي متغيرة. فكتلة وزن كوكب من الفيز على سطح القمر هو شمس وزنها على سطح الأرض، لأن جاذبية القمر شمس جاذبية الأرض.

إذا وقع منك شيء فإنه يسقط نحو الأرض، والقوة التي تسبب ذلك هي جاذبية الأرض. والجاذبية ليست مقصورة على الأرض، فجميع الأجسام تجذب بعضها جذباً متبادلاً. القمر له جاذبيته والشمس كذلك - وجاذبية الشمس هي التي تبقى الكواكب في المدارات حولها. قانون الجاذبية لينوتن ينص على أن قوة التجاذب بين جسمين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما.

مركز الثقل

مركز ثقل الجسم هو النقطة التي يبدو أن تأثير الجاذبية، أو كامل وزن الجسم، مركّز فيها. ويمكن موازنة الجسم بتركيزه مباشرة في خط مساوٍ لمركز ثقله. وتكون الموازنة الأسهل إذا كان مركز ثقل الجسم خفيفاً.



مركز الثقل

هذه العلبة مركّزة على رأس الإبرة، وهي متوازنة لأن الشوكتين المتقابلتين المتألفين دولها، جعلنا وزن كابل المجموع، ومركز الثقل، طفيفاً أكثر إلى أسفل، فبالتأثير تمت نقطة الارتكاز.

مركز الثقل

١. غلق الجسم وخيط الشاقول

مما من النقطة نفسها لرسم خطاً في موقع خيط الشاقول.



خيط الشاقول

تعيين مركز الثقل

لتعيين مركز الثقل لجسم مستطوح، كهذه الطائرة الورقية، أمر سهل. غلق الجسم وخيط الشاقول معاً واتركهما يترجحان بحرية. عندما يستقران، يكون مركز الثقل تحت نقطة التعليق مباشرة في خط على خيط الشاقول. كرر العملية بتعليق الجسم وخيط الشاقول من نقطة أخرى، فيكون مركز الثقل حيث يتقاطع الخيطان.

٢. غلق الجسم وخيط الشاقول من نقطة أخرى على الجسم، وارسم خطاً خطاً في موقع خيط الشاقول. فيكون مركز الثقل في نقطة تقاطع الخطين.



للقذوف المرنة (الفرجوني) يذوق حول مركز ثقله.



المقذوف المرنة (الفرجوني)

يلج مركز الثقل في بعض الأجسام، كالمقذوف الفرجوني خارج الجسم. وبسبب شكله، لا يمكن موازنة الفرجوني بتركيزه على أي نقطة مفردة في جانبه المستطوح. لكن، على خرفه، يمكن موازنه إذا وُكّر في نقطة متفرجة.



القمر على سطح القمر

جاذبية القمر

جاذبية القمر أقل من جاذبية الأرض لأن أصغر بكثير وكثافته أقل من كثافة الأرض. تتسارع الأجسام الساقطة لزوايا على القمر بمقدار شمس تسارعها على الأرض، ويستطيع الشخص أن يقفز على القمر بـ ٢ مرات أعلى مما يقفز على الأرض.



القمر على الأرض

المدّ والجُزر (المدّ)

المدّ والجُزر تسببهما الجاذبية. فتجذب مياه المحيط في جانب الأرض الأقرب إلى القمر بجاذبية القمر.

شكوة المد. أما المدّ الحاصل، في الوقت نفسه، على جانب الأرض الأبعد منه أن الأرض تجذب نحو القمر أكثر من مياه المحيط في ذلك الجانب. ولذا خط أن تأثير الشمس في المدّ والجُزر طفيف. وعندما يتساوى القمر مع الشمس في الجانب نفسه من الأرض تتحد جاذبيتهما معاً فيحدث مدّ تام.



لمزيد من المعلومات شغل

- قياس القوى ص ١٢٣
- قوى المدّ والجزر والتدوير ص ١٢٤
- الحركة الدائرية ص ١٢٥
- الأمواج والمدّ والجزر والتأثيرات ص ٢٣٥
- النظام الشمسي ص ٢٨٣
- الصواريخ ص ٢٩٩

قياس القوى



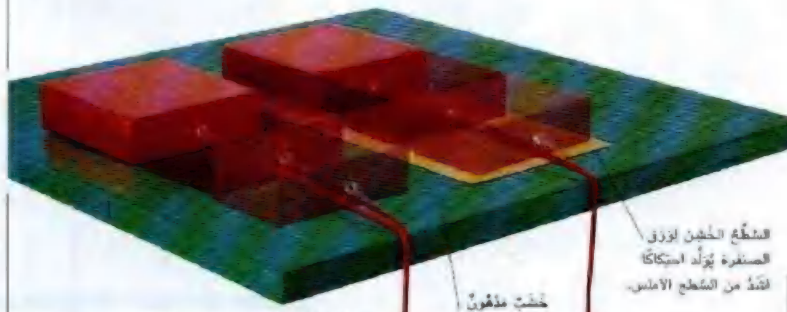
قاس كافنديش
بمقياس شوك
العلاق لتبشيت
الجاذبية بين
الكوتين

قياس الجاذبية

استخدم العالم الإنكليزي هنري كافنديش (1731-1804) الجهاز المبني أعلاه لقياس كتلة الأرض. فقد علق كرتين من الرصاص من طرفي عاتق يدور أفقياً، ثم عرضهما لجاذبية كرتين كبيرتين من الرصاص على مقربة منهما. ويتحرك الكرتين الصغيرتين الجذابتان دوائر دائرية ينفذان ثغرين مكن كافنديش من قياس الجاذبية بين الكرتين، ومن ثم كتلة الأرض.

مقارنة القوى

ينقل زحف القدم قوة تبلغ حوالي 4 نيوتن، أما قوة ركلها فتبلغ حوالي 10 نيوتن. وللمقارنة، شدّة وجهته، فإن قوة التحريك الضّئيل في طائرة تبلغ 100,000 نيوتن. بينما تستخدم الحشرة الصغيرة في قفزها قوة تقارب 1,001 نيوتن.



الشطّح الخشن لزوّق
الصنغرة يؤلّد احتكاكاً
لقوّ من الشطّح الأملس.

قياس الاحتكاك

يمكنك اختياراً وقياساً الشّفاوطة الناتجة عن الاحتكاك في بيتك. ثقل كتلة خشبية بكتل حديدية واربط المجموعة بخيط واجعله يتدلى فوق حافة طاولة. جد بمقياس الزّواي التّوزم لتتحرك المجموعة فوق سطوح مختلفة. بعض الاحتكاك على نوعية السطوح المتشعبة وعلى وزن الكتلة المثركة. أما مساحات السطوح المتشعبة فلا تزيد ولا تنقص بمقدار الاحتكاك.

لزيد من المعلومات انظر
خصائص العادة ص 22
الاحتكاك ص 121
الجاذبية ص 122
الاهتزازات ص 126



يشطّط جزء القوّ
فوق ورق الصنفرة
وزناً كبير

ميزان نيوتن التدرج

يمكن إعطاء فكرة عن النيوتن كوحدة قياس بأثّة القوة اللازمة لرفع ثقل صغير. فالقوى التي لا تزيد على 100 نيوتن يمكن قياسها باستخدام ميزان نيوتن التدرج. فاستطاع النابض بداخله يختر المؤشر زوايا مقابل مقياس فخرج يبين مقدار القوة الماثلة - وهو هنا وزن الثقل.

روبرت هوك

أشتهر ما يُذكر به العالم الإنكليزي روبرت هوك (1635-1702) قانونه حول استطاعات الأجسام المرنة. لكنّه كان أيضاً صانع آلات فاهراً، فساعد في تحسين آلات علميّة متعدّدة كالمجهر (الميكروسكوب) والحقنات (المنسكوب) ومقياس الضغط الجويّ (البارومتر). وقد صنّع منظومة لتعريفات، وساعة تعمل بنابض متذبذب بآلة البندول. وفي العام 1665، نشر كتاباً يحوي رسوماً لبحشرات التي عاينها تحت الميكروسكوب.

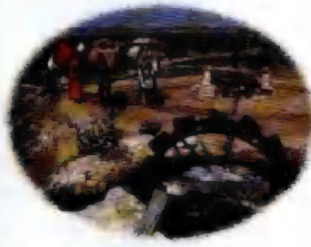


مقياس
هوك



وزن
الكتلة المثل
من نيوتن
ولجد بقليل

قوى الدوران والتدوير



القوة القسوى

في بعض البلدان، تُستخدم الساحة لتدوير الشراي (الناوير)، تُشدُّ الواجهة أو الزوج منها إلى طرف عمود متصل بالساحة - ويدوران المواشي تدوير دولاب الناوير. وتكون إدارة الساحة أسهل إذا جعل عمود التدوير بالطول الممكن الأقصى.

عندما تدِيرُ مَقْوَدَ الدَّرَاجَةِ، فَإِنَّكَ تُشَدُّ جَانِبًا مِنْهُ وَتَدْفَعُ الْجَانِبَ الْآخَرَ. وَهَذَا مِثَالٌ عَلَى الْقُوَى الْمُرَدِّجَةِ أَوْ قُوَى الْإِزْوَاجِ فِي الدَّورَانِ وَالتَّدْوِيرِ. أَمَّا النُّقْطَةُ الَّتِي يَدُورُ حَوْلَهَا الْجِسْمُ فَتُدْعَى الْمُرَكِّزَ أَوْ مَحْوَرُ الْإِزْكَازِ. وَبِمَكْنِ لِقُوَّةٍ مُفْرَدَةٍ أَنْ تَدِيرَ الْجِسْمَ إِذَا سَلَّطْتَ عَلَى بُعْدٍ مُعَيَّنٍ مِنْ مُرَكِّزِ ثَابِتٍ. فَأَنْتَ عِنْدَمَا تَفْتَحُ صَفْحَ الْبَابِ تُسَلِّطُ قُوَّةً مُفْرَدَةً عَلَى قَبْضَتِهِ تَجْعَلُهُ يَفْتَحُ دَائِرًا حَوْلَ الْمَفْصَلَةِ الَّتِي هِيَ مَحْوَرُ إِزْكَازِهِ. وَبِعَتِيدُ تَأْثِيرُ قُوَّةِ التَّدْوِيرِ عَلَى مَقْدَارِهَا وَعَلَى بُعْدِ نَقْطَةِ تَأْثِيرِهَا عَنْ مَحْوَرِ الْإِزْكَازِ - فَكُلَّمَا أَزْدَادَ هَذَا الْبُعْدُ أَزْدَادَ تَأْثِيرُ قُوَّةِ التَّدْوِيرِ.



الْوَرْدُ الضَّالِطُ إِلَى اسْطِلَ عِلَازِ دَوْلَابِ الدَّرَاجَةِ الْخَلْفِي لِكَيْلَ مِنْهُ عِلَازِ الدَوْلَابِ الْأَمَامِي. فَبِطَرِيقِ التَّوَارِنْ اللَّوْحِ، يَجِبُ أَنْ يَكُونَ الدَوْلَابُ الْخَلْفِي أَقْرَبَ إِلَى الْخَدِّجِ مِنَ الدَوْلَابِ الْأَمَامِي.



الْقَبِيلَةُ الطَوِيلَةُ الْمَلَايَ تَقْرِبًا بِالْمَاءِ تَكُونُ غَيْرَ مُسْتَقَرَّةٍ لِأَنَّ مَرَكِّزَ ثِقَلِهَا عَالٍ. وَهَكَذَا طَرَأَ يَبْقَى هَذَا الْمُرَكِّزُ فَوْقَ قَاعَةِ الْقَبِيلَةِ عِنْدَ إِهْلَاقِهَا - مِمَّا يُنْتِجُ قُوَّةً تَدْوِيرِيَّةً تَقْلِبُهَا.



موازنة القوى

عِنْدَمَا يَكُونُ الْجِسْمُ مُتَوَازِنًا أَوْ فِي حَالَةِ تَوَازُنٍ، تَكُونُ قُوَّةُ التَّدْوِيرِ عَلَى أَحَدِ حَاثِي الْمُرَكِّزِ مُعَادِيَةً لِقُوَّةِ التَّدْوِيرِ عَلَى الْجَانِبِ الْآخَرَ. وَيُسْتَعْمَلُ الدَّرَاجُ هَذِهِ الْقَاعِدَةُ، فِي تَدْرِيبِ التَّوَارِنْ، تُحَاوِلُ وَلَقَدْ تَرَجَّحَ اللَّوْحُ عَلَى جَذَعِ الشَّجَرَةِ.



استقرار التوازن

يَكُونُ الْجِسْمُ فِي حَالَةِ تَوَازُنٍ مُسْتَقَرٍّ إِذَا بَقِيَ مَرَكِّزُ ثِقَلِهِ فَوْقَ قَاعِدَتِهِ عِنْدَمَا يُدْفَعُ قَلِيلًا؛ لِأَنَّ الْجَانِبِيَّةَ تُجْعَلُ الْجِسْمُ إِلَى وَضْعِهِ الْأَصْلِيِّ. أَمَّا إِذَا وُلِّغَ الْجِسْمُ أَوْ انْقَلَبَ بَعْدَ دَفْعِهِ قَلِيلًا، فَهِيَ كَأَنَّ فِي حَالَةِ تَوَازُنٍ غَيْرِ مُسْتَقَرٍّ، لِأَنَّ مَرَكِّزَ ثِقَلِهِ مَا عَادَ فَوْقَ قَاعِدَتِهِ، فَيُوقِعُهُ شِدَّةُ الْجَانِبِيَّةِ. أَمَّا إِذَا بَقِيَ الْجِسْمُ فِي وَضْعِهِ الْجَدِيدِ بَعْدَ دَفْعِهِ قَلِيلًا فَهُوَ فِي تَوَازُنٍ مُتَعَادِلٍ.

الْقَبِيلَةُ الَّتِي تُحْوِي كَثِيرَةً قَلِيلَةً مِنْ الْمَاءِ تَكُونُ أَكْثَرَ مُسْتَقَرَّةً لِأَنَّ مَرَكِّزَ ثِقَلِهَا خَفِيفٌ. وَهَكَذَا يَبْقَى هَذَا الْمُرَكِّزُ فَوْقَ قَاعَةِ الْقَبِيلَةِ عِنْدَ إِهْلَاقِهَا لِلْبَلَدِ، مِمَّا يُنْتِجُ قُوَّةً تَدْوِيرِيَّةً تُجْعَلُهَا إِلَى وَضْعِهَا الْأَصْلِيِّ.

اختيار المركبات

تُجْعَلُ الْمَرَكَبَاتُ الْمُرْتَبِعَةُ أَكْثَرَ أَمَانًا إِذَا وُضِعَ الْحَدِيدُ بَيْنَ دَوَالِيهَا وَخَفِضَ مَوْجِعُ مُرَكَّزَاتِهَا. فَبِذَلِكَ يَبْقَى مَرَكِّزُ ثِقَلِ الْمَرَكَبَةِ خَفِيفًا. هُنَا يَحْرِي اخْتِيَارُ مَدَى إِمْكَانِيَّةِ مِيلَانِ الْبَاصِ (الْحَافِلَةِ) قَبْلَ أَنْ يَنْقَلِبَ.



لمزيد من المعلومات انظر

- القوى والحركة ص ١٢٠
- الجاذبية ص ١٢٢
- قياس القوى ص ١٢٣
- التيارات ص ١٣٠

الموازنين

استخدم الرومان قوى التدوير لوزن الأشياء بموازنين قديمين، ما زالت تُستخدم حتى اليوم. وَلَمَّا كَانَتْ مَرَّةً بِيْرَانِ قَبَائِي مُطَوَّرَ فِي عَادَةِ مَلِيْكِيَّةٍ. فَعِنْدَمَا تُثَقُّ عَلَى الْقَبَائِنِ وَيُحْرَكُ ثِقَلُ التَّوَارِنْ عَلَى كُلِّ الدَّرَاجِ السُّدْرَجِ إِلَى حَيْثُ يَتَوَازَنُ الدَّرَاجُ، تُنْشِرُ قَرَاءَةُ التَّدْرِيجِ إِلَى وَزْنِهِ.

الحركة الدائرية

العجلات (الدواليب) والخدّاريف، والدوام والمراوح، ودوّارات الملاهي كلّها تدور في دوائر؛ وواقع الحال أنّها تُغيّر اتجاه مسارها بشكل مستمر. فكلّ جزء من الجسم المدّوم يحاول السّير في خطّ مستقيم، لكنّ قوّة، تُدعى القوّة الجابذة، تُشدّه ويبوّاه من أجزاء الجسم المدّوم نحو مركز الدائرة - مُغيّرة اتجاه مساره ليبقى دائرياً وليس في خطّ مستقيم. ولو حاول حيوانٌ مُطلقٌ بسرّعة تغيير اتجاهه بلفّته سريعة، فإنّ أقدامه تضغط الأرض بقوّة فتزُد الأرض بقوّة ردّ الفعل ما يُؤدّر له قوّة جابذة. أمّا إذا كان الحيوان مُطلقاً بسرّعة على سطح زلّي كالجليد مثلاً، ولم يستطع حبس الأرض، فلن تنافر له قوّة جيّدة، وسيكون من العسير جداً عليه الاتّفاف لتغيير وجهه سيره.



الجيروسكوب المدّوم

الأجسام المدّومة لها عقالاتها أو لحوزها الذاتي كما للأجسام الشّائرة في خطّ مستقيم. وهي تقاوم تغيير اتجاه مسارها. ويضمّ الجيروسكوب دولاباً مدّوماً يُقاوم تحاوّل الجابذة، إذا كان يدور بالسرّعة الكافية، فيبدو من التفسير جدّاً قلب الجيروسكوب. ونُستخدم الجيروسكوبات المُدوّرة كهربائياً في الأنظمة الملاحيّة على الطائرات والسفن.



الماء مُستوي عندما
الحوض ساكن.



القوّة النّابذة

تدور السّيارة الدّميّة في مدارها داخل حلقة ثقليّة ولا تُسقط حتى وهي مُقلّبة رأساً على عقب. فكأنّ هناك قوّة تُدعى أحياناً القوّة النّابذة، تدفعها إلى أعلى. هذه القوّة هي في الحقيقة عقالةٌ تحاول جعل مسار السّيارة يستقيم في خطّ مستقيم.

يرتفع الماء على
الجدران عند تدويم
الحوض بسرعة.

الجياة المُستقلّة

إذا دُوم حوضٌ فيه ماء بسرّعة، فإنّ الماء يُحاول الانطلاق خارج الحوض في خطّ مستقيم، والقوّة التي تُشدّه تُؤدّها جدران الحوض. وكلّما ازدادت سرّعة تدويم الحوض، زادت تعرّك الماء لإطلاق نحو الخارج.

ونُستخدم المُخلّعة الدّوامية هذه الطّاهرة لإزالة الماء من الملابس المتعمّسة؛ إذ يندفع الماء باتجاه جدران الأسطوانة المُتدوّرة شدّقةً غير تلوّنها في خطّ مستقيم.

زمني المطرقة

يُدوم الرّامي المطرقة حركةً بسرّعة القصوى المُمكنة قبل أن يُطلقها. إنّ القوّة الجابذة اللازمة لإبقاء المطرقة مُدوّمة في مسارها هي قوّة الشّد على السّلك. وعندما يُنثّل الرّامي المطرقة تُؤدّ القوّة الجابذة، فتُطلق المطرقة تسير في خطّ مستقيم بعيداً عن الرّامي.



كلّما ازدادت سرّعة تدويم
الرّامي، يزداد بُعْد مدّي
المطرقة عندما يُطلقها.

إنعدام الوزن في المَدّار

يبقى مكوك الفضاء في مدار مُعيّن حول الأرض لأنّ الجاذبيّة الأرضيّة تُؤدّر قوّة جابذة تجعله يستمر في مداره بدلاً من انبثاق مُطلقاً في الفضاء. ويتأثّر الزّوّد داخل المكوك بالجاذبيّة بالمدى نفسه، فيشعرون بانعدام الوزن لأنهم في حال سقوط مُستمر لكنّ الإطلاقهم إلى الأمام بتلك السرّعة الفائقة يجعلهم يهبطون فوق الأفق في مسار دائري ثابت البعد عن الأرض.



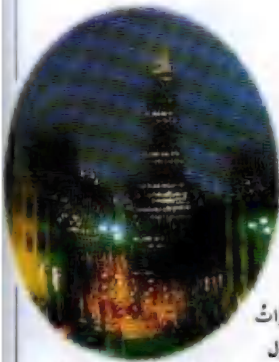
لمزيد من المعلومات انظر

- القوى والحركة ص ١٢٠
- الاحتكاك ص ١٢١
- الجاذبيّة ص ١٢٢
- الطّواريف ص ٢٩٩

الاهتزازات

إذا غلقت كتلة بحيط ودفعتها إلى جانب فإنها تترجح جيئة وذهاباً بانتظام؛ ويدعى هذا الارتجاج الاهتزاز أو الذبذبة. أمّا عدد المرات التي يتذبذب فيها أي جسم في ثانية واحدة فيُدعى التردد. كل شيء له تردده الطبيعي؛ فإذا أرغم جسم على الاهتزاز بتردد مُعادل لتردده الطبيعي، فقد تتعاطف اهتزازاته إلى درجة الخطر. ففي العام ١٩٤٠، انهار جسر مَضيق تاكوما في ولاية واشنطن، بالولايات المتحدة، لأنّ العواصف جعلته يهتز بهتف تتوافق مع تردده الطبيعي. لكنّ للاهتزازات أيضاً استخداماتها المفيدة، فالمناقب الضخمة، العاملة بالهواء المضغوط، تستخدم الاهتزازات في تفيت المواد. والساعات تقيس الزمن بعد الذبذبات المنتظمة في أليها.

الشفعة هي ذرى
الاهتزاز أو
مُسبب ذبذبه.
والفترة هي
الوقت اللازم
لاهتزازة أو
ذبذبة واحدة.



اهتزازات
الزلازل

الاهتزازات التي تحدثها الزلازل خطيرة وهدامة. الصورة الفوتوغرافية المُصنعة الإخراج أعلاه تُمثل زلزالاً ومزجاً في مدينة سان فرانسيسكو، بالولايات المتحدة. وتقع هذه المدينة على مقربة من صدع سان أندرياس الضخم - أحد الخطوط الصدعية العظمى في العالم حيث يحدث حدوث الزلازل من وقت لآخر.



تُرودة الموجة

الرّقص (البنتول)

خطر الرّقص (أو رومانتا) ضرب من الاهتزاز، ويُقصدُ زمن الخطران (جبة وذهاباً) على طول الرّقص فقط، ولا علاقة تكون بقله أو سعة حركته بذلك - شرط أن تكون الحركات، أو زاوية الخطران، صغيرة. وقد ارتأى العالم الإيطالي، غاليليو، إمكانية ضبط الساعات بواسطة الرّقص. في الساعات البنتولية، يُدير خطر الرّقص دولاباً مُسلّماً يسرعو منتظمة، وهذا بدوره يُدير عقربي الساعة.



أمواج الصوت

عندما نهرّك آلة موسيقية كالصّح مثلاً، تحدث أمواجاً صوتية في الهواء. جسيمات الهواء في التوجة الصوتية تهتز جيئة وذهاباً في اتجاه ضمار التوجة. وهي أمواج طولية.

الأمواج

الاهتزازات تُنسب لأمواج - بعضها ظاهري، كأمواج البحر، وبعضها الآخر تُعبر رؤيته كأمواج الصوت الناتجة عن اهتزاز أو ذبذبة شيء. والأمواج قد تكون مُستعرضة أو طولية.

الكهرباء الإجهادية

المُزو (الكوارتز) ذو خاصية مَبرّة - هي أنّ شحنة كهربائية تُغيّر حجمه، ويقطع ظاهرة الكهروإجهادية هذه يمكن لتيار كهربائي مناسب جعل بلورة من الكوارتز تتذبذب بتردد مُحدد. فالتيار الساري من البطارية في ساعة الكوارتز يجعل شريحة صغيرة من بلورة كوارتز تتذبذب ٣٢,٧٦٨ مرة في الثانية. وتُحبل جذاذات صغيرة هذه الذبذبة إلى إشارة واحدة في الثانية. وهذه تضبط المحرك الذي يُدير العقارب أو يُعرض العُرض الرقمي.



بلورة كوارتز

أمواج الماء

يتم البركة أو موج البحر أمواج مُستعرضة. فمع مرور التوجة نهز جسيمات الماء عمودياً صعوداً وهبوطاً بالنسبة لاتجاه التوجة.

لمزيد من المعلومات انظر

- البلورات ص ٣٠
- الصوت ص ١٧٨
- قياس الصوت ص ١٨٠
- التيارات الأرضية ص ٢٢٠
- الأمواج، والمدّ، والنباتات ص ٢٢٥

الضغط

على ارتفاع ٢٠٠٠٠ متر

ضغط الهواء على مخلوق ٢٠٠٠٠ م أقل من ثقل ضغطه على مستوى سطح البحر.

ثقل الطائرات على مخلوق شاق حيث ضغط الهواء أقل من الضغط داخل الجسم - مما يستحيل معه التنفس في الهواء؛ لذا يتكيف الضغط داخل الطائرات.

الهواء فوق قمم الجبال العالية رقيق الفوم؛ لذا يتوجب على المتسلقين الاستعانة بأجهزة تنفس إلكترونية مزوّد من الأكسجين. ضغط الهواء على ارتفاع ٥٠٠٠ متر يعادل نصف ضغطه تقريباً على مستوى سطح البحر.

على مستوى سطح البحر، ضغط الهواء يساوي كيلوغرام على السنتيمتر المربع - تقريباً وزن بقرة فوق طبق عائم.

لا يستطيع البشر العيش أصح من ١٢٠ م لأن ضغط الماء يستفهم.

الفواصات تكوّن عبيدا تحت الماء، فهاكها المتينة تحتل ضغطاً هائلاً.

على عمق ١٠٠٠٠ م تحت سطح البحر، ضغط الماء يعادل تقريباً وزن سبعة بيلة فوق طبق صغير!



عمق ١٠٠٠٠ م

تحت الضغط

الموائع، من سوائل وغازات، تُؤدّل ضغطاً على الأجسام؛ فالهواء يضغط علينا؛ ولولا الموائع المتواجدة في داخلنا، والتي تصطبغ بمقدار ضاغط الهواء الخارجي، لكان الضغط الجوي على مستوى سطح الأرض يسحقنا. ويتأقن ضغط الهواء كلما ارتفعنا لأن الهواء الضاغط حيتن يتناقص أيضاً.

ضغط السوائل

يؤثر ضغط السوائل في جميع الاتجاهات؛ فالهواء يتجسّس عبر الثقوب في جانيب هذا الوعاء. يبدل الضغط الأخرى.



على ثقل الماء من السطح الأسفل هو الأكثر ثقلًا لأن ضغط الماء يتزايد بازدياد العمق.

لرؤى من المعلومات انظر

شوك الغازات ص ٥١
القوى في الموائع ص ١٢٨
الجاذبية ص ٢٤٨
ضغط الهواء ص ٢٥٠

لماذا خُفّ الجمل غريص مُسطح؟ ولماذا رأس الدبوس مُروّس حاد؟ السبب هو أن نشر القوة على مساحة كبيرة يُقلل ضغطها؛ كذلك فإن تركيز القوة على مساحة صغيرة يزيد ضغطها كثيراً. فالجمل لا يغوص في الرمل لأن وزنه يتوزع على مساحة كبيرة؛ لكنك حين تكبس الدبوس في لوحة الإعلانات، فإن طرفه الحاد يتغرّز في اللوحة بسهولة. لأن قوة إبهامك تتركّز في مساحة ضئيلة. يقاس الضغط بمقدار القوة على وحدة المساحة.

نشر الحمل

يستطيع طائر

الجاكال في أمريكا

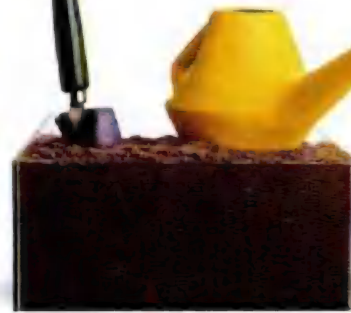
الجنوبي، المشي فوق أوراق

البالور (رأس الماء) الثقافية دون أن يغوص لأن أبحاثه أصابع قدميه) وتخلته نشر وزنه فوق مساحة كبيرة.



الشوخ والانغراز

لا شوخ برقة الماء في الشربة لأن وزنها منتشر على قاعدة واسعة. لكن من السهل انغراز الزئبق في الثراب لأن وزنه وقوة الدفع تُركّز على حدة الرقيق. والسكين الحادة يقطع بسهولة للثياب بتميه - إذ القوة عليه متركزة في مساحة ضئيلة على طول حده.



إيقانجليستا

توريشلي

يقاس ضغط الهواء بالبارومتر. وكان الإيطالي إيقانجليستا توريشلي (١٦٠٨-١٦٤٧) قد اخترع

البارومتر الزئبقي عام ١٦٤٣

حين اكتشف أن مخلوق الزئبق في أبوب مغلوب رأساً على عقب في طاس من الزئبق، يتغير تغير ضغط الهواء. وقد تتلمذ توريشلي على غاليليو ثم خلفه كرياضي البلاط لدى أرشيدوق تسكاني. وقد سُميت وحدة الضغط «تور» باسمه، وتساوي ضغط مليمتر واحد من الزئبق.



القوى في الموائع

تسري الموائع (سوائل كانت أم غازات) عندما تؤثر قوة فيها، وهي لا تُحَلُّ مُحدَّدًا لها، فتتخذ شكل الوعاء الذي يحتويها. وإذا صُغِفت الموائع بقوة ما، تنتقل القوة الصاغطة إلى سائر أجزاء المائع.

ونعرف هذه الظاهرة بقاعدة بَسْكال، ونستخدم في تشغيل بعض المعدات الآلية. ففي محرك السيارة الهيدروليكي مثلاً، تنتقل القوة المُسلطة على دَوَّاسَة المَكْبَح إلى الدواليب بواسطة سائل المَكْبَح. ومن خواص الموائع المُقيّدة عملياً أنَّ المائع السَّاري بسرعة أقلَّ ضغطاً من المُناسب ببطء. وتعرف هذه الظاهرة التي نَمَكُن الطائرات من التحليق عاليًا في الجَوِّ بقاعدة برنولي (برنويه).



خناق الطائر
تشكّل على
هيئة سطح
أسيب رافع.



الضغط الأريث تحت
الجناح يدفعه إلى أعلى.

جناح الطائر

تؤمّر الطائر مُعظم قوّة الرفع أثناء الطيران بقوة ردّ الفعل من زلزلة جناحيه اللذين ينفذان الهواء إلى أسفل. لكن عندما يكون الطائر سابحاً في الجوّ أسيباً فقط، فإنَّ بسطة الجناحين، بفعل شكلهما، تكتسب قوّة رفع.

تسلّط الانسياب الرافع
تسلّط جناح الطائرة مُؤدّس من أعلى وتسلّط تقريباً من الجناح السفلي شكلاً سطح اسيب رافعاً - يرتفع عندما يسري الهواء خوله. ذلك لأنَّ الهواء ينساب فوق سطح الجناح الأعلى بسرعة أكثر من سرعته تحت السطح السفلي. ووفقاً لقاعدة برنولي، يكون الضغط تحت الجناح أكبر منه فوقه، مما يُولّد قوّة رفع. وتزداد قوّة الرفع بازدياد سرعة سريان الهواء. لذا ينبغي أن تحلّق الطائرة بسرعة فائقة على السطح لتسلّط الارتفاع.

بليز بَسْكال

بليز بَسْكال (١٦٦٣-١٦٦٢) عالمٌ ورياضيٌّ ولاهوتيٌّ فرنسيٌّ لامع. صنّع أوّل آلة حاسبة

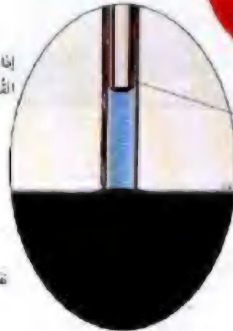


ناجحة في سن الثانية والعشرين. وفي العام ١٦٤٦ صنّع بارومترًا زئبقياً واستخدمته لاحقاً في قياس الضغط الجوي. وأدّت دراساته خواصّ السوائل إلى اكتشاف القاعدة المُسمّاة باسمه. وتتشقّ قاعدة بَسْكال على أنَّ الضغط المُسلّط على جزء من المائع ينتقل بالتساوي إلى جميع أجزائه. وقد سُمّيت وحدة الضغط البَسْكال (Pa) باسمه، وتُعادل نيوتن على المتر المربع.



التؤثر السطحي

يبدو تسلّط السائل وكأنّه تملّص بغضّاء تؤثر مُتساوياً غير متوزّن. وتعرف هذه الظاهرة بالتؤثر السطحي، ومُسببها القوى بين الجزيئات التي تعمل مُحصّلةً على شدّ جزيئات السائل السطحيّة نحو الداخل، والظّامة تُحدّد شكلها الكرويّ السالوف بفعل التؤثر السطحي.



يرتفع السائل بشكل ملحوظ في الأنبوب الضيّق.

الخاصة الشعرية

إنّ تَشكّل طرف أنبوب ضيّق المُطر جذاً في سائل، قد يرتفع السائل في الأنبوب بفعل الخاصّة الشعرية. ويحدث هذا إذا كانت قوّة التجاذب بين جزيئات السائل وجزيئات الأنبوب أقوى من التجاذب بين جزيئات السائل نفسها كما في الماء.

التماسك والالتصاق

جلالة السطح، في أنبوب ضيّق المُطر، مُحمّلة في الماء وتُقدّرة في الرقيق. ذلك لأنَّ جسيمات الرقيق قوّة التجاذب وقوّة التماسك فيما بينها (وبالتالي فهي عالية التؤثر السطحي) - علماً أنَّ قوّة التماسك هي القوّة بين جسيمات النوع الواحد. أمّا جسيمات الماء فهي أكثر انجذاباً إلى جسيمات رُجاج الأنبوب منها إلى بعضها، وتدعى القوّة بين مادّتين مُختلفتين قوّة الالتصاق، وهي التي تُسبب التصاق قطرات المطر برُجاج النوافذ.



جلالة السطح
مُقدّرة

جلالة السطح
مُقدّرة



ماء

لرديد من المعلومات المُطلَق

خصائص المائّة ص ٢٢
التراكيب الكيميائيّة ص ٢٨
الغازات والسّوائل ص ٩٥
البواقي المُلوّنة ص ١٠٦
الضغط ص ١٢٢
الجاذبيّات ص ١٢٢
ضغط الهواء ص ٢٥٠
حقائق ومعلومات ص ٢٠٨

الطفو والغوص

يبدو الجسم أخف وزناً إذا غُمر في الماء لأن الماء يدفعه إلى أعلى. وتدعى قوة الدفع هذه الدفع الرافع أو الدفع العُلوي، وتُعاوَد وزناً السائل المزاح - وتُعرف هذه الظاهرة بقاعدة أرخميدس. فالجسم يطفو إذا كان الدفع العُلوي للسائل مُساوياً لوزنه؛ ويغوص إذا زاد وزنه على الدفع العُلوي. ويعتمد الطفو على كثافة الجسم - أي كمية المادة في وحدة الحجم منه. فالشمعة تطفو في الماء لأنها أقل منه كثافة، فتزيح منه ما يكفي ليؤكّر دفْعاً علوياً يحملها، بينما يغوص الحجر لأنه أكثر من الماء؛ ووزن الماء المزاح، أي دفع الماء العُلوي، أقل من وزنه.



الطفو في الماء

تطفو الذرّات في الماء لأنها تزيح من الماء ما يُعادل وزنها - أي إنّ قوة الدفع العُلوي تساوي وزن الذرّات نفسها.



الارتفاع في الجو

ترتفع المساطيل المُشغّلة بالهيليوم في الهواء لأنّ الهيليوم أقلّ كثافة من الهواء؛ لوزن الهواء المزاح أكثر من وزنها.

أرخميدس

أرخميدس (٢٨٧ - ٢١٢ ق.م.)

رياضي وفيزيائي ومُخترع إغريقي

وصاحب القاعدة

المعروفة باسمه. يُحكى

أنّ الملك هيرو كلّفه باختيار

الذهب المصنوع منه تاجه - فلاحظ وهو

يُسحِم أنّ مُغطّيه يفيض عند نزوله فيه -

فقام بتركض عرياناً في الشوارع وهو يصرخ:

يورিকা، يورিকা (أي وَجَدْتُهَا!). ومعرفته

أنّ دفع السوائل لجسم يختلف باختلاف كثافته

بُزغى أنّ ذهب التاج مُعشوش. ولأرخميدس

اكتشافات حُلّى في الهندوساتيك (علم

الموائع الساكنة) والهندسة والميكانيكا.



عندما الغواصة طافية تكون خزاناتها الصابورية (مسابيرج الموازنة) مملئة بالهواء.

الغواصة، يُضخ الماء إلى الخزانات الصابورية فتصبح الغواصة أثقل.

الطفو، يُضخ الهواء في الخزانات الصابورية طارداً الماء منها فتصبح الغواصة أخف.



تطفو القوارع الغواصة إلى الأمام.



الغواصات

يرجئ في الغواصة تسويعات تدعى الخزانات الصابورية، تجعلها تطفو عندما تُشغّل بالهواء. فرغم أنّ الغواصة مصنوعة من الفولاذ، فإنّ مُعدّل كثافتها ومُستوعباتها تُلبّط بالهواء أقلّ من كثافة الماء. لكن عندما يُضخ الماء إلى داخل الخزانات الصابورية فإنّ الغواصة تغوص لأن كثافتها تُصبح أكبر من كثافة الماء.

أي الأثقل أو الأخف

يُظنّ الزيت فوق الماء لأنه أقلّ كثافة منه، ويحفظ الماء فوق الشراب للشرب فيه. التليّة أقلّ كثافة من السوائل الثلاثة لذا تظهر على سطح الزيت. والكتلة اللدائنية أقلّ كثافة من الماء وأخفّ كثافة من الزيت، فهي تغوص في الزيت، وتطفو في الماء. أمّا خبث العنب فهي أكثر كثافة من الزيت والماء فتغوص فيهما. لكنّها أقلّ كثافة من الشراب، فتطفو فوقه.



زيت
كتلة
لدائنية
ماء
خبث
شراب



الأسماك

بعض الأسماك ذو منبّة مرونية تعمل كالمُضخّات الصابورية في الغواصة. بدّل الهواء إلى هذه المنبّة عن طريق الدم، أو من فتحة الدّم فيمنكّن السكّة من الارتفاع مُعدّها في الماء.

لمزيد من المعلومات فظفر

شخصيات المادة ص ٢٢
القوى في الموائع ص ١٢٨
الميكانيكا ص ١٣٠
الأسماك ص ٣٣٦
خفايا ومعلومات ص ٤٠٨

المكنات

ليست جميع المكنات ضخمة وكثيرة الضجة؛ فالكثير منها آلات صغيرة تُستخدم لأداء أعمال بسيطة. لكن مهما كان حجم الآلة، فالمفروض أنها تجعل أداء العمل المُعين أسهل. فبعضها يُحِلُّ الحركة القصيرة إلى حركة أطول، أو القوة الصغيرة إلى قوة أكبر؛ وبعضها الآخر يستطيع تغيير اتجاه القوة أو موقعها ويُسلِّطها حيث الحاجة تَمَسُّ إليها. لكن الآلة لا تخلق طاقة، فكلما قلت قوة الجهد ازدادت مسافته تحريكها، ويعرّف هذا مبدأ الآلات. والمعروف أن كفاءة ١٠٠ بالمئة، لأن بعض الجهد المُبدول يتبدّد في مقاومة الاحتكاك بين أجزائها.

الآلات المُعقّدة

التجسّد الدّراسي مُعقّد، والواقع أنها مؤلّفة من مجموعة كبيرة متنازرة من الآلات البسيطة المترابطة بوسائلٍ بارةٍ متكررة من التروس المُعقّقة والزوايا والسيور المتحركة ومنظومات الأنايب الهيدروليّة، والناجئ مُكنة بالغة الأهمية، تحصد الزرع وتُدرّي الحب من القش.



تزييد الحركة

عندما يُستخدم فرين التخليل التنازلي تُحاذيهم إنحراف القارب، وأنهم في الواقع يُستخدمون آلات تُضاهي الحركة. فتتحرك الطرف الدّاعلي للبتخاف مسافة قصيرة، يتحرّك الطرف الآخر مسافة أكبر، وهكذا يتضاعف القارب بسرعة غير الماء.



داخل البيانو

الفرّج الحيد على البيانو يتطلّب عزف النغمات الموسيقيّة بسرعة، إمّا أو شدّة. لذا فإن أصابع أو مفاتيح البيانو تُصنّف بالآلات بنظام مُعقّد من الزوايا بضخّم الحركة عند تنقل أصابع العازف عليها. فتتركز إصبعه مُحددة تُضرب المطرقة وترّ البيانو المُعين بقوة، فيضدّر النغمة المطلوبة.



قوة مضخنة

يُرى عن العالم الإغريقي أرسطيدس أنّه قال وأُطلق راقعة ذات طولٍ ثابت، فاستطاع تحريك العالم. وهذا نظرياً صحيح، لأن الراقعة تُضخّم القوة. فالمطرقة المُضخّنة، مثلاً، وهي نوع من الزوايا، يمكن استخدامها لإنتاج مساري من قطعة خشبٍ بقوة ضئيلة إذا شدّدت برؤي على يد المطرقة. فإذ الخشب في الطرف الآخر يشدّ المسار بقوة كبيرة.



الطريق المُتمنّج

صنّف الخيل على طريق مُتمنّج أبسّر من نسلن المُتمنّج في خط مُنظم. فالطريق المُتمنّج، كالألة البسيطة، يُخفّض الجهد اللازم للصعود إلى القمة، لكنّه يُطيل المسافة لكرهها.



الآلات البسيطة

السطح المائل والأسافير والمسامير الملولبة والروافع والبكرات والمستاثات (أو القروس) جميعها تدعى آلات بسيطة. وهي تبسّر الشغل لأنها تمكن قوة صغيرة، تدعى الجهد، من التغلب على قوة أكبر، تدعى الحمل. وتعال في الآلات التي تزيد القوة أنها ذات فائدة آلية يمكن احتسابها بقسمة الحمل على الجهد، أما الآلات التي تزيد الحركة، ففائدتها تدعى النسبة السرعة، ويمكن احتسابها بقسمة المسافة التي يقطعها الحمل على المسافة التي يقطعها الجهد.



هناك جبال أربعة شُذُّ البكرة الشغل والحمل، مما يجعل العاشدة الآلية (والنسبة السرعة) لهذه الآلة 4.



الإنشدين

لشغل التلمعة إنشدين، وهو آلة تُضخّم القوة. فعندما تضرب البليطة الحادة تتغلّب قوة الضربة على الفضل الذي يعترض قطعة الخشب قليلاً ويُرغمها على الانغلاق. تتحرك قطعة الخشب غير سادة أقل من مسافة تحرك الفضل ولكن بقوة أشد.

البكرة

البكرة تقيّد في رفع الأشياء عمودياً، وتتألف بنساق من حبل، ملفوف حول دولاب، يُوضّل أحد طرفيه بالحبل ويُسلط الجهد على الطرف الآخر لرفع الحبل. وعند استخدام أكثر من دولاب واحد، كما في البكرة اعلاء، تضخّم القوة أو الجهد، فيمكن عندئذ رفع حبل كبير بجهد أقل.

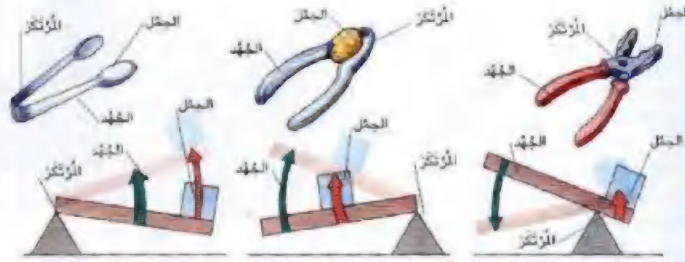
المستاثات والجلفاف

تحوي خفاقة البيض نوعين من الآلات البسيطة - مستاثات وبلفاف. المستاثات المُخشقة أرواجاً، أحدها أكبر من الآخر، تضاعف القوة أو تضاعف السرعة وتغيّر اتجاه الحركة. البلفاف تضاعف القوة لأن مسار الدولاب أطول من مسار الجرع - فيدور الجرع بقوة أشد. وتُضخّم (أو تزد) الخفاقة يدوير المستانة الكبرى بمساعدة آلية كدولاب وتُضخّم والمستانة الكبرى تدوير بدورها مستانة أصغر بسرعة أعظم.

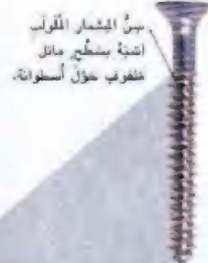


الرافعة

الرافعة شغل أو ذراع يتدور حول نقطة تدعى المرنكز أو محور الارتكاز لتحريك الحمل. هناك ثلاثة أنواع من الروافع تبعاً لموقع المرنكز بين الجهد والحمل، كما هو مبين في الشكل السفلي. الروافع من النوع الأول والثاني تضخّم القوة (مسافة الجهد فيها أكبر من مسافة الحمل)، وروافع النوع الثالث تضخّم السرعة. في الجسر البشري أمثلة على مختلف أنواع الروافع - فالذراع مثلاً، رافعة من النوع الثالث، تتركزها عند المرنكز، وجذعها هو اليد وما قد تحمله، وجذعها هو ما يبلّده عضلة الذراع من قوة شد.



شادوف أرخميدس



المشمار الملولب

سبب المشمار الملولب هو في الواقع سطح مائل. والمشمار الملولب ذو فائدة آلية لأنه يبرز مساحة أطول من المسافة التي يتحرك بها إلى الأمام. وهذا يعني أنه يتحرك إلى الأمام بقوة أكبر من القوة التي تُبذل في يديه. أحياناً تُرفع مياه النهر لري المحقول بواسطة بليطة تدعى شادوف أرخميدس. فكلما يدار الشادوف دورة، ترتفع المياه قليلاً داخل أنبويه.

السطح المائل السطوح المائل دائم الشغل، شغلها على سطح مائل أبسر من رفعه خلاً. يتشبهون عُشال تلال الأناث مثلاً، لو حنا مائلاً في تحميل الأغراض الثقيلة في الشاحنة. فهم يدفعون الأشياء مسافة أطول من مسافة رفعها عمودياً، لكنهم يبدلون في ذلك جهداً أقل - فالسطح المائل إذن آلة تضخّم القوة.



لزيد من المعلومات انظر

- القوى والحركة ص ١٢٠
- قوى الدوران والتدوير ص ١٢٤
- التفكير والعرض ص ١٢٩
- الاصوات الموسيقية ص ١٨٦
- الهيكل الذائعة ص ٣٥٢
- تقنيات ومعلومات ص ٤٠٨

الشغل والطاقة



قياس الشغل

عندما نرفع شاحنة الرفع الشوكية متوازي الشغل، فهي تعمل على مقاومة قوة الجاذبية وتلكمنا إزاحة نقل الصندوق وتسمى الرفع، إزاحة الشغل المبذول، (الشغل = القوة × المسافة).



كيلوغرام من البندورة (المشامل)



٢١ غرام من الشوكولاته بالحليب (بالمعنى)

طاقة الأغذية

لا يمكننا العيش بدون الطاقة التي نحصل عليها يوميًا من طعامنا. لكن الأفراد في تناول الطاقة قد يُظهر كفاءتها. أنواع الأغذية المختلفة تحوي كميات مختلفة من الطاقة. فالطاقة المتوفرة في ٢٤ غرامًا من الشوكولاته بالحليب مثلاً، تعادل الطاقة المتوفرة في كيلوغرام واحد من البندورة الطازجة.

بالمفهوم العلمي، ينتج الشغل فقط عندما نُحرِّك قُوَّة شيئاً. فحين نرفع جسمًا ثقيلًا، أنت تقومُ بشغل. لأنك تبذل قُوَّةً تحرك الجسم. ولا يُبذل شغلٌ بدون طاقة؛ فالطاقة هي القدرة على أداء شغل، أي إن أداء الشغل يتم باستهلاك الطاقة، أو على الأصح، بتحويلها من شكل إلى آخر. نحن نحصل على الطاقة من الطعام كطاقة كيميائية. كذلك نحصل بعض الآلات على طاقتها بشكل كيميائي من الوقود كالبنزين والغاز. وهناك أشكال أخرى من الطاقة - كالطاقة الحرارية والضوئية والنووية والكهربائية. ولكي ندرك كيف تتحرك الأشياء ولماذا، ينبغي لنا معرفة نوع ومقدار الطاقة المتوفرة لديها.

طاقة طبيعية

نستخدم خصائص التربة لتخزين الطاقة المخزونة في عضلاتها لتبذل شغلًا - في هذه الحالة، دفع قوة التربة شغلًا فوق سطحها. لتلكمنا إزاحة نقل التربة وإزاحة حتى رفعها. إزاحة الشغل الذي تبذله الحفصاء، وإزاحة الطاقة التي تستهلكها.



الجول

يستخدم الجول كوحدة شغل. كما هو وحدة طاقة. والجول هو الشغل المبذول عندما نُحرِّك قُوَّةً، مقدارها نيوتن، شيئاً مسافة متر في اتجاهها.

احتياجنا من الطاقة

نقاس الطاقة بالجول. لكن الجول وحدة صغيرة؛ لذا يُستخدم الكيلوجول (كج = ١٠٠٠ جول) كوحدة لقياس كمية الطاقة في طعامنا. كما نستخدم أيضًا وحدة الكيلوواط (كواط = ١٠٠٠ واط) كوحدة لقياس الطاقة في مختلف الأجهزة. فالصغير الرائد مثلاً، يحتاج إلى حوالي ١٢.٦٠٠ كج (أو ١٢.٦٠٠ كواط) من الطاقة يوميًا، بينما يحتاج المثلث إلى حوالي ١٠.٥٠٠ كج (أو ١٠.٥٠٠ كواط).



معدل نبضات في الدقيقة
١٧٨٠ (أو ١٧٨٠ كج)
١٠٠٠ (أو ١٠٠٠ كج)
١٠٠ (أو ١٠٠ كج)
١٠ (أو ١٠ كج)
١ (أو ١ كج)
١٠٠ (أو ١٠٠ كج)
١٠٠٠ (أو ١٠٠٠ كج)
١٠٠٠٠ (أو ١٠٠٠٠ كج)
١٠٠٠٠٠ (أو ١٠٠٠٠٠ كج)
١٠٠٠٠٠٠ (أو ١٠٠٠٠٠٠ كج)
١٠٠٠٠٠٠٠ (أو ١٠٠٠٠٠٠٠ كج)

جيمس جول

العالم الإنكليزي

جيمس جول

١٨٨٩-١٨٨٩

من أوائل من أدركوا

أن الشغل يولد حرارة،

وأن الحرارة شكل من

أشكال الطاقة. فقد أدرك جول متغيرات

خاصة في وعاء به ماء، فلاحظ أن الماء يسخن،

وأنه كلما إزداد تدوير المغايق، وبالتالي

الشغل المبذول، إزدادت سخونة الماء.

فأدرك أن الشغل يحول الطاقة الحركية إلى طاقة

حرارية. كان جول مُعزِّمًا بإجراء

الاختبارات، وقد وجد بالاختبار مرة أن درجة

حرارة الماء، في أسفل الشلال، أزيد منها في

أعلى، مما يثبت أن طاقة المياه الساقطة

تتحول إلى حرارة.



في ربيع ثمانية
وزنها نيوتن
عبرها مسافة
متر تبذل شغل
مقداره جول

أشكال الطاقة

الجسم المتحرك له طاقة يكتسبها نتيجة لحركته. فطاقة الحركة من مصادره متحركة قد تهدم جداراً من الطوب. أما الطاقة التي يكتسبها الجسم نتيجة لوضعه، كماء السد العالي مثلاً، فهي طاقة الوضع، وهي طاقة كامنة يمكن أن تتحول إلى طاقة حركية. الطاقة الكيميائية هي شكل من أشكال الطاقة الكامنة المخزنة في التركيبة الكيميائية لبعض الأشياء كالبنات والقطط والمخيم والتفاريات. وأكبر أشكال الطاقة، تعدد استعمالها. هي الطاقة الكهربائية إذ يمكن تحويلها بسهولة إلى أشكال أخرى من الطاقة: ضوءاً أو صوتاً أو حرارة.

التلفزيون النقال هذا يعمل بطاقة كيميائية، مخزنة في بطارياته. تتحول عندما يبري تيار كهربائي غزير ينتج حرارة وضوء وضوضاء.



في غصلات الشجيرة طاقة مخزنة تستخدمها الشجرة، وخلال التعلق فزاد طاقتها الكامنة الثقالية - بحيث يمكنها القفول، ويسقطها لتكتسب الطاقة حركية.

في أوراق النبات وسختلف أجزائها طاقة مخزنة يمكن إطلاقها إذا تغير التركيب الكيميائي للنبات، كان الحرق أو يثقلها حيوات مثلاً، فتنتج طاقة ضوئية أو حرارية.



طريقك القلبي يكتسب طاقة كامنة بطولها عندما يكتسب داخل القلب.

طاقة الحركة

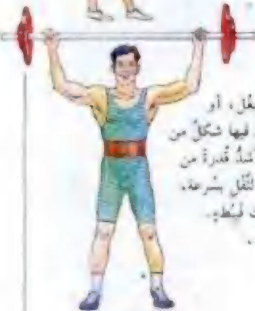
استخدمت الطواحين الهوائية أصلاً لتحويل الارتفاع كالمطاحن مثلاً. فيلوران أشرفتها تحرك طاحونة الهواء الرخى، شحونة طاقة حركية الزيج إلى حركة خيم الرأس. تباينت طاقة حركة الجسم طردياً مع كتلته وربع سرعة. فإذا تضاعفت كتلة الجسم، تضاعفت طاقة حركته، أما إذا تضاعفت سرعته، فإن طاقة حركته تزداد أربع مرات.

جيمس وات

جيمس وات (1736-1819)، مخترع اسكتلندي قبل صانع أدوات بجامعة غلاسكو وهو في سن العشرين، وبينما كان يطيح بمؤدج محرك بخاري، ارتأى إمكانية تحسبه فيما لو شغل بأشغال التبن. وقد صنع محركاً بخارياً محسناً بالحجم الطبيعي، فكان أعلى قدرة وأجدي اقتصادياً من المحركات السابقة بكثير. ولم يلبس طويل وقت حتى عم استخدام محركاته في المصانع والمناجم الإنكليزية كافة، كما صُنرت إلى أوروبا وأمريكا الشمالية.



يحتاج إلى وقتين لإدفع الثقل بالسرعة التي يزيله بها الرجل.



رفع الأثقال

القدرة هي مقدار العمل الشغل، أو مقدار الشغل الذي يتحول فيها شكل من الطاقة إلى آخر. الرجل أشد قدرة من الولد، فهو يستطيع رفع الثقل بسرعة، لكن الولد إن استطاع ذلك لمطعم. وأخذاً قياس القدرة الواط، وقبته حول في الثانية.

الطاقة الكامنة

الطاقة الكامنة هي الطاقة التي يكتسبها الجسم نتيجة لوضعه أو حالته. فمغزيت القلبي مثلاً، يكتسب طاقة كامنة عندما يُضغَط داخل القلب. ومن أنواع الطاقة الكامنة الطاقة الكامنة الثقالية (الجسم مرفوع)، والطاقة الكامنة المروية (الجسم مرن مضغوط أو مضغوط)، والطاقة الكامنة الكهربائية (الجسم فرت شحنة كهربائية)، والطاقة الكامنة البصلصة (القطعة من الحديد قرب مغناطيس).



عند رفع لسان القلب يندفع القويدي قاذراً يتحول مثاقه الكامنة إلى طاقة حركية.

المزيد من المعلومات

- مصادر الطاقة من 134
- الحرارة من 140
- المحركات من 143
- مراة الكهرباء من 160
- الطاقة والسرعة من 177
- حقائق وتعليمات من 208

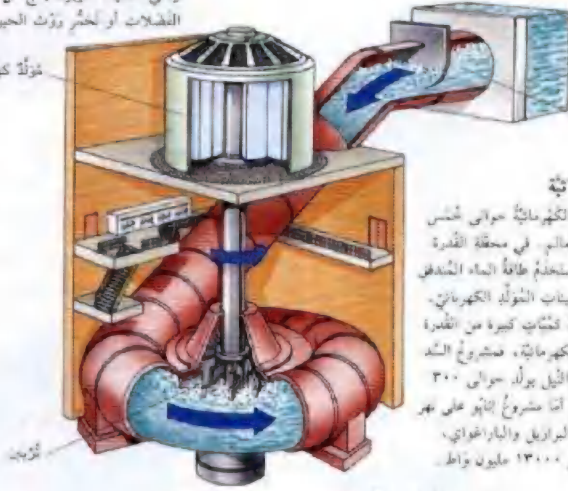
مصادر الطاقة



طاقة الكتلة الحيوية

الطاقة المستمدة من النباتات العضوية (الكائنات الحية) كالحطب والخشب، مثلا، تُدعى طاقة الكتلة الحيوية. يستخدم نصف سكان الأرض تقريبا أحد أشكال هذه الطاقة في الطبخ والتدفئة والإضاءة. هذا النوع من الهيد يستخدم الغاز الحيوي للطبخ، وهذا الغاز هو مزيج من الميثان وثنائي أكسيد الكربون ينتج من تعفن النباتات أو الحشر وذات الحيوانات.

توليد كهربائي



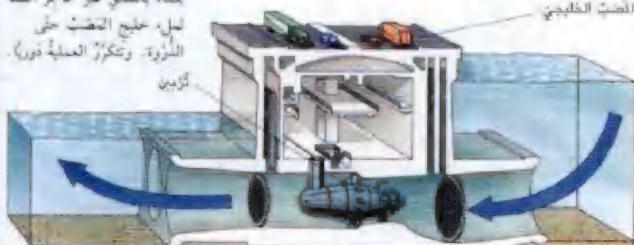
بلدقة الماء من الخزائن نحو التربين

القدرة المائية

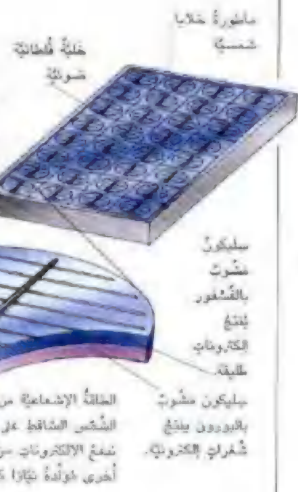
توفر الطاقة الكهربائية حوالي خمس الطاقة في العالم. في محطة القدرة الكهربائية تُستخدم طاقة الماء المتدفق في سبيل تربينات التوليد الكهربائي. ويمكن توليد كميات كبيرة من القدرة بالمشروع الكهربائي، ومشروع السد العالي على النيل بول. حوالي ٣٠٠ مليون واط، أما مشروع الباهر على نهر پارانا، بين البرازيل والباراغواي، فيُولد حوالي ١٣٠٠٠ مليون واط.

قدرة المد

بُنيت أولى تربينات محطات القدرة المدّية في العالم غير النشط الخليجي لبحر رانس في بريطانيا، بفرنسا، وتوليد إنتاج ٢٤٠ مليون واط - تُشكّل احتياجات مدينة سكانها ٣٠٠,٠٠٠ نسمة. عند الجزر، تحبس الماء داخل السد على مستوى قُودا لمدّ، وعندما يجلب الفرق في مستوى الماء ٣ أمتار، يُسمح للماء بالتدفق من السد نحو البحر، مما يُنتج ٢٤ توكا ضخما لتسيير قُلودات الكهرباء. وعند عودة المدّ، يُسمح للماء بالتدفق عبر حاجز السدّ للماء بالتدفق حتى للزوجة. وتتركز العملية دورا.

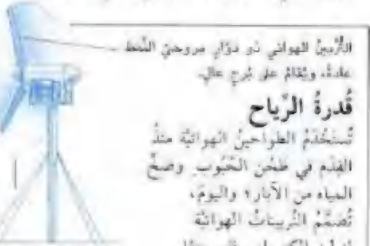


مربط سياراب فوق الخشب الخليجي



تحويل ضوء الشمس إلى طاقة

الشمس مصدر طاقة لهم متعدد وغير مُقوّث. يمكن تحويل طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة داخل خلايا (شمسية) فُطائية ضوئية. وتستخدم هذه الخلايا في الحاسبات والتساتر الراديوية ومحطات الوصل التلغرافية العامة بالطاقة الشمسية في المناطق النائية، كما في الشواغل الفضائية، وفي الغاطيات الملاحية في غُرُص المحطات.



من هذه التربينات في مَعْبَر أَمُورث بكاليفورنيا، الولايات المتحدة هناك ٣٠٠ تربين تُمدّ كافة المناطق حول لوس أنجلوس بالكهرباء. أما أضخم مُولّد هوائي للكهرباء في العالم فيُوجد في هاواي، إذ يبلغ طُول الواحدة من ريشتي مروحة الشفافة فوق بُرج بعلو ٢٠ طابقا، قرابة ٥٠ مترا.

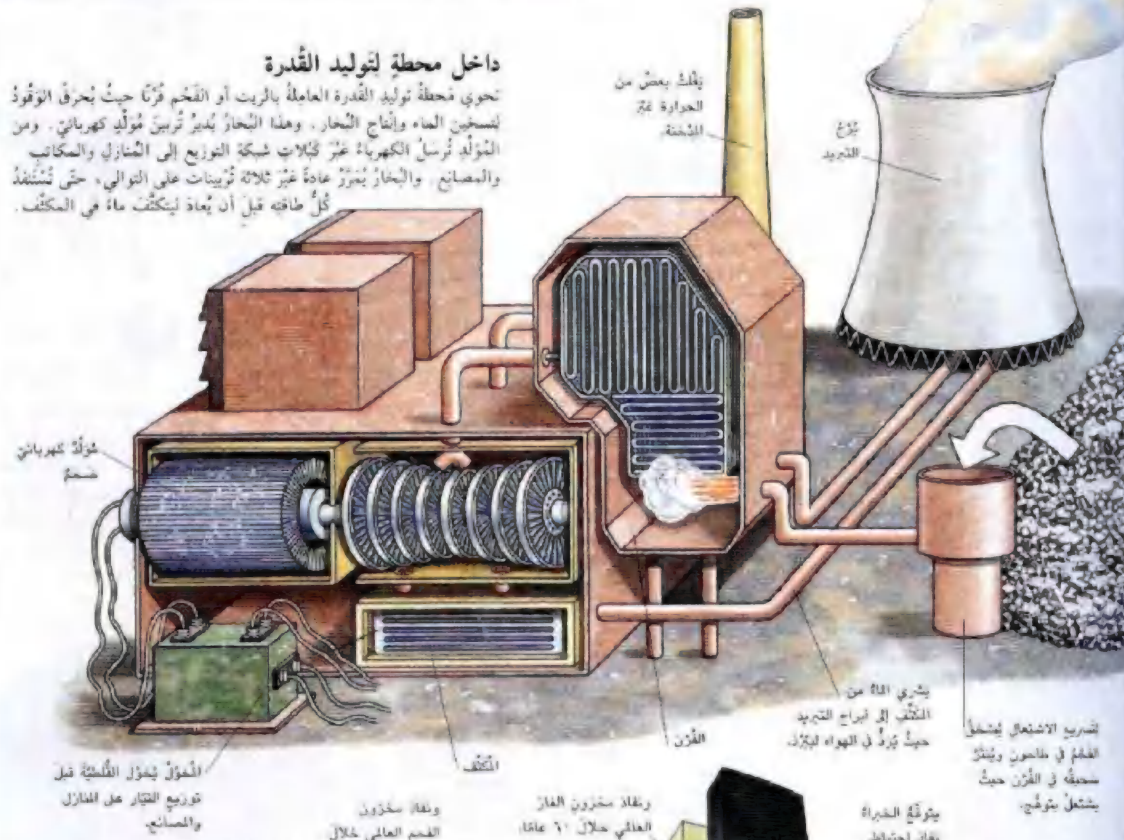
الشفخور الحارة

لبلغ حرارة بعض الشفخور في القشرة الأرضية ١٠٠٠°س. هذا يجعل جوف الأرض مغفوا هائلا للطاقة الحرارية الأرضية. بعض هذه الطاقة يُصل إلى سطح الأرض طبيعيا كشمات المياه الحارة أو غُارات البحار. وفي بعض المناطق يُضخ الماء إلى باطن الأرض ليُسَخَّر ثم يُعاد لإنتاج من طاقة الحرارة. وتُستغل الطاقة الحرارية الأرضية في قرابة ٢٠ بلدا في العالم للتدفئة أو لتوليد الكهرباء.



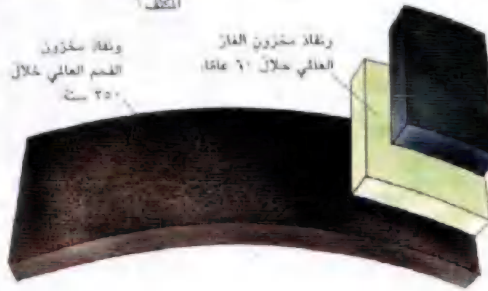
داخل محطة لتوليد القدرة

تحتوي محطة توليد القدرة العاملة بالزيت أو الفحم قوتاً حيث يحرق الوقود لتسخين الماء وإنتاج البخار. وهذا البخار يُدير توربين مولد كهربائي. ومن التوليد تُرسل الكهرباء عبر كابلات التوزيع إلى المنازل والمكاتب والمصانع. والبخار يُمرّر عادةً عبر ثلاثة تزيينات على التوالي، حتى تُستنفذ كل طاقته قبل أن يُعاد ليُكثف ماء في المكثف.



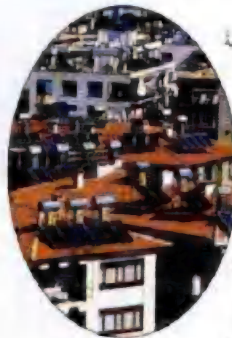
الوقود الأحفوري

الفحم والغاز الطبيعي والنفط وقود أحفورية لأنها بقايا نباتات وحيوانات انقرضت منذ زمن بعيد. وهي وقود سهلة الاستعمال ووفرة القدرة، لكن إشعاعها يقلل ثاني أكسيد الكربون في الجو مما يزيد الاحتباس العالمي بظاهرة الدفيئة. إن استهلاك هذه الوقود يتزايد بسرعة، علماً أن مخزونها العالمي مُحدودٌ جداً. وحتى لو استمر الاستهلاك بالشغل الحالي، فإن مخزونها معروفها في العالم لن يكفي لأكثر من ٢٥٠ سنة.



لمزيد من المعلومات انظر

الطاقة النووية ص ١٣٦
المحركات ص ١٤٢
الخلايا والبطاريات ص ١٥٠
مصادر الكهرباء ص ١٦٠
الشعور المستقلة ص ٢٢٤
الأمواج والمد والجزر ص ٢٢٥
الجزر ص ٢٤٨
دورات في الغلاف الجوي ص ٣٧٢
النسب وتوابعهم ص ٣٧٤
حالات وتطبيقات ص ٢٠٨



الطاقة في المنازل

يستهلك منزل عادي في سنة واحدة خمسة أضعاف الطاقة التي ينفقها جميع المتسابقين في سباق ماراتوني (مدا) ٤٢.٢ كلم). المصدر الأساسي للطاقة في المنازل هو الكهرباء، لكن يُستخدم أيضاً الفحم والغاز والزيت والخطاب. وقد تستخدم بعض المنازل الحديثة المشعّات الشمسية لتسخين الماء. والشمع الشمسي هو مشعّ ذو واجهة زجاجية في داخله أنابيب مغطاة بدهان أسود - لأن اللون الأسود يمتص حرارة الشمس فيسخن الماء الشاري في الأنابيب.

مصادر الطاقة

- ح ١٠٠ استخدم الرومان الفحم والنفط.
- ح ٢٥٠ استخدمت الطواحين الهوائية في بلاد فارس.
- ١٨٥٩ غُمرت أول بئر نفط في سلطانبا، بالولايات المتحدة.
- ١٨٨٠ بُنيت أول محطة لتوليد الكهرباء في لندن بالكتلة.
- ١٨٨١ غُمرت أول محطة قدرة كهربائية في ألمانيا.
- ١٩٥١ تولد الكهرباء للمرة الأولى بالطاقة النووية في الولايات المتحدة.
- ١٩٦٠ بُنيت أول محطة قدرة حرارية شمسية في تركمستان بالاتحاد السوفياتي السابق.
- ١٩٦٨ بُنيت أول محطة قدرة مائية في فرنسا.

الطَّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ



الإشعاع

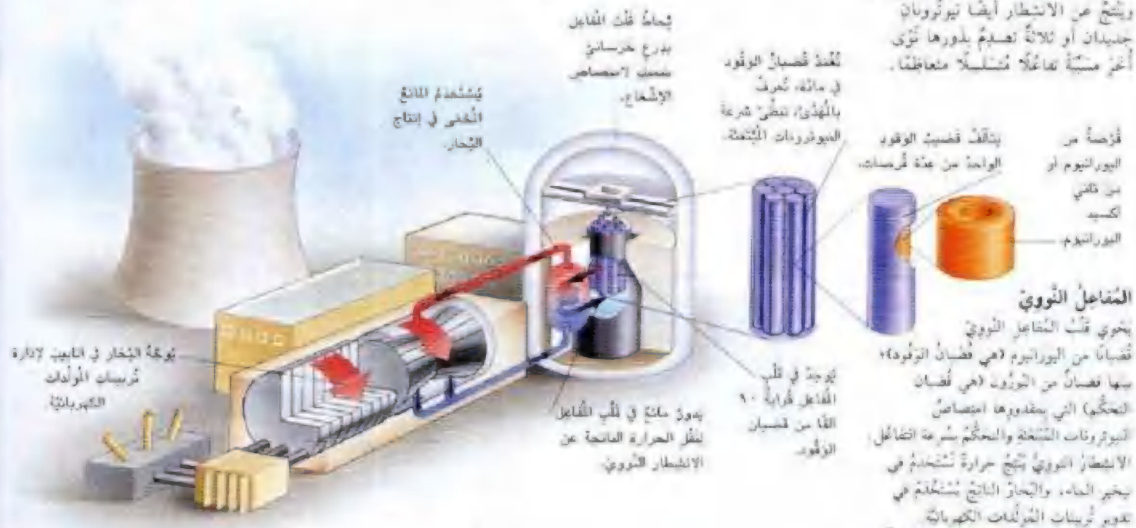
في الصورة أعلاه، يُعدّ العدّال لاستبدال قضيب
مخروج من قلب المُفاعل النووي. وقد عُمر هذا
البالغ إلى نحو ١٠,٥م للحفاظ على سلامتهم
من الإشعاع. أثناء الوقف الأحدث جُعِلَ إلى كون
الخصائص المتحولة العالية الطاقة تسير في الماء
ثمرة تفرق سرعة الضوء فيه.

تحتوي الذرة قدرًا هائلًا من الطاقة - هو طاقة نووية - نتيجة للقوى الشديدة الرابطة بين جسيمات نواتها. وتحدث التفاعلات النووية طبيعيًا، وهي التي تُكسب الشمس قدرتها. وقد حاول العلماء تسخير الطاقة النووية، وقد نجحوا بتحقيق ذلك فقط من ذرات بعض العناصر - كالليثيوم والبلوتونيوم والدوتيريوم (الهيدروجين الثقيل). إن الطاقة التي يمكن الحصول عليها من كيلوغرام واحد من الديوتيريوم تعادل الطاقة المنتجة من ثلاثة ملايين كيلوغرام من الفحم. هناك طريقتان أساسيتان لإطلاق الطاقة النووية: الانشطار النووي - حيث تنفلق نواة الذرة؛ والاندماج النووي - حيث تندمج نواتا ذرتين أو أكثر.



الانشطار النووي

تَوَاتُرُ الدَّرَجَةِ مُجَاعَةً الْكَتَوَاتِ تَدَوُّرُ
تَوَاعَاتِ هَائِلٍ فِي مُدَارَاتِ مُخَلَّدَةٍ تَوَلُّفُ
جَلَالٍ لَا يُكَيِّفُ اخْتِرَافَ عَادَةٍ لَكُنْ
بِاسْتِغَاةِ لِيُونَوِيٍّ عَالِي السَّرْعِ، مُتَبَدِّلًا
عُتْبَ، اخْتِرَاقَ هَذَا الْعِلَافِ لِمُتَبَدِّلَةِ التَّوَاتُ
وَإِذَا كَانَتِ التَّوَاتُ عَمَرٌ مُسْتَقَرَّةٌ فَهِيَ مُسْتَقْلِلَةٌ
شَفِيفَةٌ، وَيُعرفُ هَذَا بِالْإِشْهَارِ التَّوَوِي
وَيُخْفِى بِالنَّظَرِ الْإِشْهَارَ الْيُونَوَانِيَّ
جَنَابَاتٍ أَوْ ثَلَاثَةٍ تَقْصِمُ بِلَوْرِهِا ثَرَى
أَقْرَبَ مَسْبَةِ دَعَاغَلٍ مُتَعَاظِمًا،



التُفَاهَاتُ التَّوْفِيَّةُ

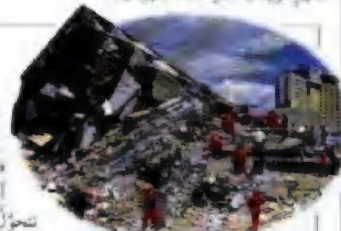
لقد كان الزلزال في تعامل قويّ استثنائيّ بعد حين وبشيء استبدائيّ. وهي ثغرات خطيرة عالية الإشعاعية. والثغرات النووية تبقى ذات قابلية إشعاعية حتى بعد ٢٥.٠٠٠ سنة، ويصعب التخلص منها بطرق شديدة. ويصعب تخزين مزلّة في غارات من المولادة التي لا يتعدى مخاطرة بالحراسة، أمّا الثغرات الأكثر خطورة فمحصّرة داخل قنّيل أحاديّ تحفظه الخزنها عميقة في مناجم متهوكة تحت الأرض.



تَحْوِيلُ الكُتْلَةِ إِلَى طَاقَةٍ

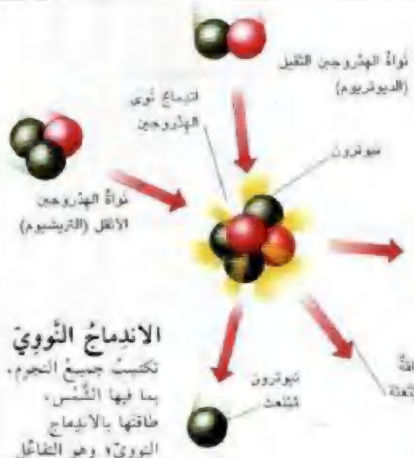
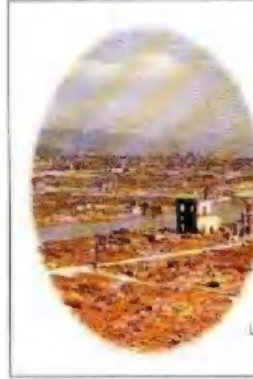
كُنْهُ الْوَاتِحِ فِي تَعَاوُلِ تَوَدِّي أَفْلُ
مِنَ الْكُنْهَةِ الْعِدَّةِ لِلْمُتَعَاوِلَاتِ -
بَعْنِي أَنَّ جُزْءًا مِنَ الْكُنْهَةِ بِتَالِئِ
بِ التَّعَاوُلِ : وَقَدْ بَيَّنَّ الْهَرَبُ
بَشْشِينَ أَنَّ الْكُنْهَةَ الْفَتْلَانِيَّةَ
(التي طَاقَةُ سَقَطَتْ مُعَادَلَةً :

ط = ط من " حيث ط = ط في الطاقة
المنجزة، تلك البكتلة المتعاضدة، و من " سرعة الضوء، وحيث إن قيمة من " كبيرة
جداً، فإن القصور الكافئ الضئيل يؤدّي كمية هائلة من الطاقة. إن تحول كيلوغرام
واحد من المادة إلى طاقة ينتج ما يعادل طاقة الزلزال شديد الكالدي حصل في مدينة
ميتسكو عام ١٩٨٥ وأحدث دماراً فادحاً كما نرى في الصورة.



السلسلة النووية

تكتسب الكتلة الذرية طاقتها من الانشطار النووي للأحماض، فإذا سمحت كميّتان من نظير اليورانيوم - 235 أو نظير البلوتونيوم - 239 معًا لتتحد كنواة فوق الحرجية يحدث الانفجار. أما الكتلة الهيدروجينية فتكتسب طاقتها من الاندماج النووي، وهي في الواقع عملية ذرية مُحاطة بالديوتريوم. فعندما تنفجر الكتلة الداحلة، تتولد درجة حرارة هائلة تجعل نوى الديوتريوم تندمج بطاقة أعظم. في الصورة المقابلة منظرٌ لمدينة هيروشيما في اليابان بعدما أُسقطت عليها قنبلة ذرية عام 1945.

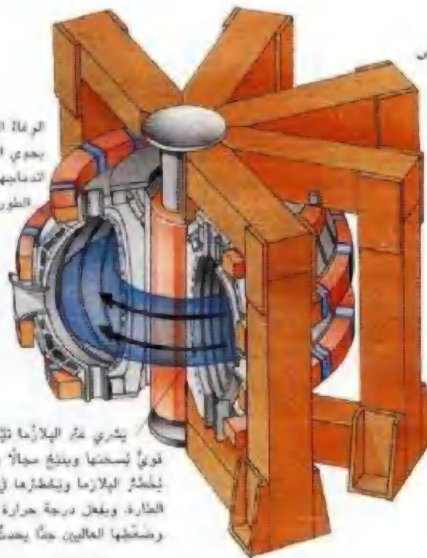


الاندماج النووي

تكتسب جميع النجوم، بما فيها الشمس، طاقتها بالاندماج النووي، وهو التفاعل الذي تندمج فيه نواتان أو أكثر، ففي الشمس، مثلاً، تندمج نوى الهيدروجين لإنتاج نوى الهيليوم، والنقص الكتلي في هذه العملية يتحوّل إلى طاقة.



الوعاء الخلفي الذي يحوي البلازما المراد اندماجها يسمى الثوروس «الطارة».



تسخير الاندماج النووي

حتى الآن، لمّا تُستخدم الاندماج النووي عملياً على الأرض للحصول على الطاقة، فمعظم الأبحاث الاندماجية النووية تُستخدم مكنةً تُسمى «توكاماك»، وهي تُعطي وعاءاً مغناطيسياً يحوي الغاز المراد تسخينه على شكل بلازما، ويجب إحصاء البلازما إلى درجة حرارة تبلغ مئة ملايين من الدرجات قبل إحداث الاندماج، وحيث إنه ليس باستطاعة أي وعاء احتواء درجات الحرارة هذه لتسخين مجالات مغناطيسية لتخزين البلازما بعيداً عن جدران الوعاء.

الطاقة النووية

1905 بين الفيزيائي الألماني ألبرت أينشتاين أنه يمكن تحويل الكتلة إلى طاقة.

1919 أعلن الفيزيائي أرنست رذرفورد عن فلفه لنواة ذرة الهيدروجين.

1939 أعلن العالمان الألمانيان أوتو هاهن وفرنر ستراسمان اكتشاف الانشطار النووي.

1942 بنى الإيطالي، أنريكو فرمي، أول تفاعل نووي في جامعة شيكاغو بالولايات المتحدة.

1951 توليد كهرباء، بالطاقة النووية لأول مرة بواسطة تفاعل نووي احتوائي في أيداهو، بالولايات المتحدة.

1956 بدأت أول محطة قدرة نووية تجارية بالتغل في كالدر هول، بكتكتشا، إنجلترا.

1986 انفجارٌ مُقاتلٌ شونويل، بروسيا، أطلق سحابةً من المواد المشعة وصلت إلى أسوح.

1991 أول اندماج نووي مُتحكم به في مختبر جيت (الغوروس الأوروي المشترك) في أكسفورد، بكتكتشا.

تسارع الاندماج

ولذلك جُهد آخر لإنتاج اندماج نووي مُتحكم في مكبات نسيّ تسارعات الجُرم الجسيمية التي يُعتبر تسارع البروترون، بالولايات المتحدة أعظمها قدرة. هذا التسارع، المُتكرر في عزّاب ماء، يُوجّه نضمة كهربائية قدرتها 100 ترليون واط نحو كرتونة من غاز الديوتريوم بحجم حبة الببلي. عند إطلاق الكرتونة ينعثر سطح الماء شدة كهربائية تُخسّ العازل إلى ملايين درجات الحرارة لبطعة أجزاء البليون من الثانية - وهي تعدّ غير كافية لهذه التفاعل الاندماج، لكنّ البحث والتجارب مستمرة.



ليز مايتنر

عملت ليز مايتنر (1878-1968)، النمساوية المولدة، في برلين منذ العام 1907 مع الفيزيائي الألماني أوتو هاهن. وفي عام 1938، اضطرت للفرار من الحكم النازي إلى أسوح. وبعد مُضي بضعة أشهر على وجودها في أسوح، أعلنها هاهن عن بعض نتائج مُحيرة، تُؤشّر إليها في إحدى التجارب مع الماني آخر هو فرنر ستراسمان، فأدركت مايتنر أنّ هاهن قد حقّق فلفه نواة اليورانيوم؛ أي إنه اكتشف الانشطار النووي. وعندما أعلن هاهن الاكتشاف، لم يُشر إلا بقليل من التفاعل لفتنة مايتنر ونفاذ بصيرتها. وفي عام 1944، مُنح هاهن جائزة نوبل، دون أن تقاسمه مايتنر ذلك الشرف.

لمزيد من المعلومات انظر

- النسبة الذرية ص 24
- الانشطار الإشعاعي ص 26
- الشمعة ص 118
- تضاد الطاقة ص 134
- نظائر الطاقة ص 138
- الكهرباء الثابتة ص 148
- المغناطيسية ص 154
- الشموع ص 278
- حقائق ومعلومات ص 208

تحوّلات الطاقة

في التفرغ البرقي تتحوّل الطاقة الكهربائية بمشهد مُثير إلى طاقة صوتية وصوتية وحرارية. والواقع أنّ تحوّلات الطاقة من شكل إلى آخر جارية حولنا باستمرار. فعندما تضغطُ زرّاً كهربائياً، تتحوّل الطاقة الكهربائية فوراً إلى طاقة صوتية وحرارية، والبراعة (برقانة الحياجب) تحوّل الطاقة الكيميائية في غذائها إلى طاقة صوتية وإلى طاقة حركية عند الحاجة. وأنت حين ترفع جسمًا ثقيلًا، تتحوّل الطاقة الكيميائية في عضلاتك إلى طاقة كامنة في الجسم المرفوع. فكلّما ازداد الشغل المبذول، تزداد الطاقة المحوّلّة.



تغيّرات الطاقة

في القوس المشحونة طاقة مرونة كامنة، كما في نابض مضغوط. حين يُسحب

القوس، تتحوّل الطاقة الكامنة فيه إلى طاقة حركية في السهم المُطلق. وعندما يصيب السهم الهدف، تنتج رتنة؛ لقد تحوّلت طاقة الحركية إلى طاقة صوتية، وقليل من الطاقة الحرارية. الجدارية المصرية أعلاه تمثل البرعم الرئيسي الثاني

في ساعة المنيّة. تتحوّل الطاقة الكامنة في الزنبرك المشدود لأنّ إلى طاقة حركية في عقارب المنيّة، وإلى طاقة صوتية في نكاته. ويصدر المنيّة يعمل حتى



تُفاد الطاقة الكامنة في زنبركه.

إما أنّك جردّة، تتحوّل الطاقة الكيميائية المُخزّنة فيها إلى حشيشة، وتُستخدَم في الشجيرة عديدة كالشعير والخرقة. وفي تدويرك ساعة المنيّة، تتحوّل الطاقة الكيميائية هذه إلى طاقة مرونة كامنة في زنبرك المنيّة.



أوراق الجوز الخضراء تحوّل طاقة الشمس الصوتية إلى طاقة كيميائية في شكل السكر بالتحليل الضوئي.



تُخلّق مئة طاقة السهم التاريخي الكيميائية كثافة صوتية وصوتية عندما ينفجر في الجوز.

سلسلة طاقة

هل تدري أنّ ساعة المنيّة، في حقيفة الأمر، تُشكّل قدرتها من الشمس؟ إنّ الطاقة نادراً ما تتحوّل مباشرة من شكلها الأولي إلى شكلها النهائي؛ بل تُمرّ عادة في سلسلة من التحوّلات. فطاقة الشمس تُنمى الغذاء؛ ويتناولها هذا الغذاء لِيُخلّق سُخْرًا من الطاقة الكيميائية. في أجسامنا، يمكننا استخدام بعضها في تدوير ساعة المنيّة. وهذا يَكْبِتُ السَّيَّةَ طاقة كامنة يُحوّلها بدوره إلى حركة وطاقة صوتية.

السهم التاريخي المُطلق إلى أعلى فيه، إلى جانب طاقته الحركية والوزن، طاقة كيميائية. وكلّما ارتفع تقارب طاقته الكامنة، لكن ينحسّ سُخْرٌ من الطاقة الكيميائية باحتراق الوقود فيه.

السهم التاريخي المُطلق إلى أعلى فيه، إلى جانب طاقته الحركية والوزن، طاقة كيميائية. وكلّما ارتفع تقارب طاقته الكامنة، لكن ينحسّ سُخْرٌ من الطاقة الكيميائية باحتراق الوقود فيه.

طاقة المُتفجرات

المتفجرات سُخْرُونات عالية القدرة من الطاقة الكيميائية. وهي لا تحوي بالضرورة طاقة أكثر من غيرها من المواد لِكَيْتَ تتبرّ بقدرتها على إطلاق هذه الطاقة بسرعة فائقة. الانشعاب الذريّ تحوي مُتفجرات؛ فعندما يُخلّع الصاروخ منها، يرتفع في الهواء ثم ينحدر في غرض يهيج الألوان. فالطاقة الكيميائية في المواد المُتفجرة تحوّل إلى طاقة حركية وحرارية وصوتية وضوئية.



اللورد كلّفن

وليم طومسون (1824-1907)، رياضي وفيزيائي بريطاني، وُلد في بلفاست بإيرلندا الشماليّة. دخل جامعة غلاسغو في العاشرة من عمره وأصبح أستاذًا في الثانية والعشرين. اشتهر في تأسيس علم الديناميَّات الحرارية، فأرسيّ علاقات مُحددة بين الحرارة والشغل والطاقة. كما اخترع مقياس درجة الحرارة المُغلقة - مقياس كلّفن - وحظّ اكتشافات مُهمّة في مجالَي الكهرباء والمغناطيسية. حظي بتكريم الملكة فيكتوريا فأصبحت لقبه اللورد كلّفن.





أرجوحة نيوتن

مع تكرار الصدم بين كرتي الجانبين وصف الكرات تطفئ الطاقة التي أُرجمت بها الكرة الأولى تدريجياً، على شكل حرارة وصوت، حتى تتوقف الكرات عن الحركة.

أرجوحة نيوتن جانباً ثم أطلقها لتضد صف الكرات الساكنة.

بقاء الطاقة

من التبادى الفيزيائية الأساسية أن الطاقة لا تُخلق ولا تُفنى، إنما هي تتحول (أو تُحوّل) من شكل إلى آخر. وخلال عملية التحول هذه يبتدئ بعض الطاقة كحرارة - بحيث يبقى مجمل الطاقة الناتج (مع الحرارة المبددة) مُساوياً للطاقة المحوطة (أو المحوطة). ويمثل هذا المبدأ في أرجوحة نيوتن حيث يفسح بعض الطاقة، كصوت وحرارة، تدريجياً، بينما تستمر كرتا الجانبين بالتراجع المتماثل والصدم لفترة حتى تتوقف عن الحركة.

الطاقة المُبددة

يُبدد القطار البخاري بعض الطاقة الحرارية غير بدخله، ومن التعبير استخدام هذه الطاقة لتشغيل شيء آخر. فالحرارة المُبددة طاقة عديمة الجدوى وخليصة النوعية. بالمقارنة فإن الطاقة الكهربائية طاقة شبيهة وعالية النوعية، والمعروف أنه كلما تحوّل شكل الطاقة فأن بعض الطاقة العالية النوعية يضيع، وهذا يعني أن كمية الطاقة المُبددة في الكون هي قوتاً في انخفاض.



المُتفكّرات الجافة، كـMS المستخدمة في مصباح اليد، تبدد ١٠ بالمئة فقط من شحنتها الطاقية



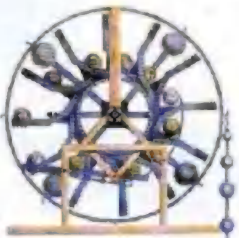
كفاءة (مرفود) الطاقة

عندما تستعمل شكلاً من أشكال الطاقة لإقيام بشغل ما، يبتدئ جزء من الطاقة دائماً على شكل حرارة غائبة، فضائعة الثور مثلاً لا تُحوّل من الطاقة التي تستهلكها إلى طاقة ضوئية إلا قرابة ٥ بالمئة فقط، والباقي يتحول إلى طاقة حرارية مهدورة. لذا نقول إن كفاءة الصحنه هي ٥ بالمئة. والواقع، أنه لا يمكن لأي تحول طاقة أن تكون كفاءته ١٠٠ بالمئة.

شحنه المصباح الكهربائي يُبدد ٩٥ بالمئة من الطاقة التي تستهلكها.

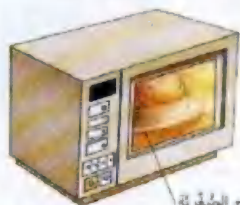
الحركة الدائمة

حاول الكثيرون على مرّ الزّمن تصميم مكائن تعمل باستمرار دون مصدر للطاقة - أي مكائن دائمة الحركة، وهو حلم يستحيل تحقيقه، فلا بُدّ لأيّ مكينة حقيقية من مصدر طاقة دائم، وليس هذا فقط، بل إن طاقة المدخل في أي مكينة هي دائماً أكبر من طاقة خرجها.



عام ١٨٣٤ اقترح لحنهم تصميمًا لكينة دائمة الحركة - على افتراض أن تفل الكرات المتحركة على امتداد الأتار سيُنتجتي المولّد دائراً باستمرار.

الْفَرْز العادي يستهلك طاقة شبيهة لإحماء الكُتَل أو المغلاة



فَرْز الأصواع المُشعّرة (الميكروويف) لا يُبدد طاقة في إحماء المُتَل، فهو يُستغل الطعام فقط.

توفير الطاقة

يجب علينا المحافظة على مصادر الطاقة العالية النوعية، كالكهرباء، والنفط والغاز الطبيعي والثلث، لأن مواردها محدودة. فاستخدام فَرْز الأصواع المُشعّرة (الميكروويف) مثلاً، يوفر الطاقة لأنه يستهلك طاقة أقل من الفَرْز العادي في إنضاج الطعام، والمزول الجيد العزل الحراري يُدقّ بكمية وقود أقل، وصيانة المكائن جيداً كلفة يجعلها تعمل بكفاءتها القصوى.

مزيد من المعلومات

- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- الشغل والطاقة ص ١٣٢
- مصادر الطاقة ص ١٣٤
- الطاقة النووية ص ١٣٦
- الحرارة ص ١٤٠
- الكهرباء الثابتة ص ١٤٨
- الزّحف والبرق ص ٢٥٧
- حقائق وتعلّومات ص ٤٠٨

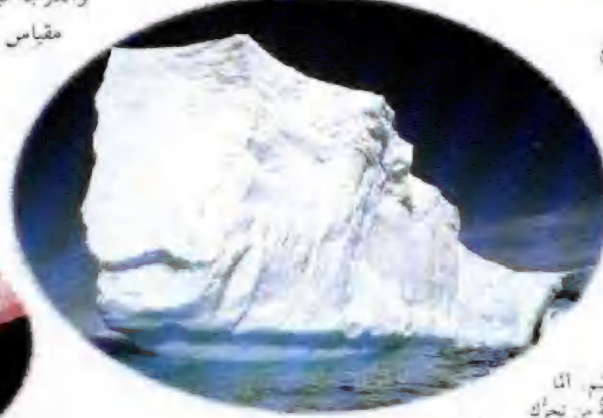
الحرارة

كَمْ دَرَجَةُ الحرارة اليوم؟ للإجابة عن هذا السؤال بدقة، يَلْزَمُكَ ترمومتر - أي ميزان حرارة لقياس ذلك. جميع الترمومترات مُدرجة بمقاييس تُستخدم نُقْطَتَيْن ثابتَتَيْن هما: دَرَجَةُ حرارة انصهار الجليد، ودَرَجَةُ حرارة غليان الماء على ضغط جويٍ عياري. هنالك ثلاثة مقاييس مهمة لدرجة الحرارة هي: مقياس سيلسيوس ومقياس فهرنهايت والمقياس المطلق أو مقياس كلفن. فدرجة انصهار الجليد على مقياس سيلسيوس هي صفر° س، ودرجة غليان الماء ١٠٠° س. على مقياس فهرنهايت، درجة انصهار الجليد هي ٣٢° ف ودرجة غليان الماء ٢١٢° ف. أمّا مقياس كلفن فيبدأ من أدنى درجة حرارة مُمكنة نظريًا، وهي درجة الصفر المطلق؛ والدرجة فيه مُساويةً قدرًا للدرجة في مقياس سيلسيوس.



الترمومترات الطبيعية

أزهار الزعفران ترمومترات طبيعية تفتح وتغلق عند ارتفاع درجة الحرارة وانخفاضها. وهي دقيقة للغاية، إذ تتأثر بغروي حبيبات في درجة الحرارة تبلغ ٠.٥° س.



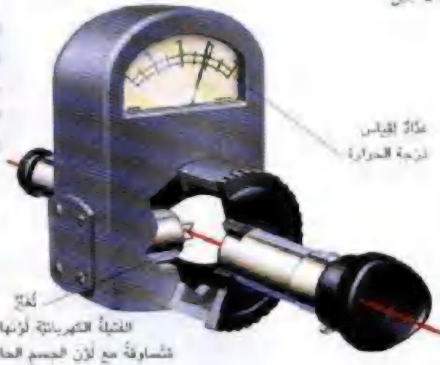
الحرارة ودَرَجَةُ الحرارة

هناك فرق بين الحرارة ودرجة الحرارة. فدرجة الحرارة هي مقياس لِسُرعة تحرك جُزيئات الجسم. أمّا الحرارة فهي طاقة الجسم المُتَحَرِّكة من تحرك جُزيئاته. هناك كمية من الحرارة في جبل جليدي، مثلاً، أكثر بكثير ممّا في كوب ماء حارّ، بالرغم من درجة حرارته العالية؛ لأنّ جبل الجليد، رغم أنّه أكبر، فهو أكبر بكثير.



الصخور المنصهرة

اللاابة المنصهرة من البراكين هي صخور منصهرة درجة حرارتها تقارب ٦٠٠° س. الصورة أعلاه لبراكين في جزيرة هاواي بالمحيط الهادئ.



لدرجة الحرارة
التشيلة الكهربائية لونها
تشاؤنة مع لون الجسم الحار.

قياس دَرَجَات الحرارة العالية

يُستخدم البيرومتر في قياس دَرَجَات الحرارة العالية جدًا كدرجة حرارة الآلة المنصهرة من البراكين، أو درجة الحرارة داخل فرن صناعة الزجاج. بيرومتر لغة يونانية تعني «قياس النار». تتوضع الألسنة بالوان مختلفة حسب درجة حرارتها. ويحوي البيرومتر قبلة كهربائية يُسَخِّنُها تيار كهربائي حتى يصادق لونها مع لون الجسم المُتَوَقَّع. ثم يُقاس درجة الحرارة بقياس هذا التيار.

ترموتر الكيس

تتركب جُزيئات البلورات الشائبة في صغرها متطابقة كما في البلورات الجامعة لكنها تتشابه كالتشابه. بعض هذه البلورات يتغير لونها تبعًا لدرجة الحرارة، فيُستخدم في ترمومترات شريطية لأخذ درجة حرارة الأولاد والأطفال. فالحرارة تُعيد ترتيب الجُزيئات مُبَسِّرةً بذلك مرور الضوء عبر الشائل فتتوضع بلون مختلف تبعًا لدرجة حرارة الولد.



لندرز سيلسيوس

غبريال فرنهيت وأندرز سيلسيوس

غبريال قابال فرنهيت (١٦٨٦-١٧٣٦) اخترع الترمومتر المعروف باسمه. وهو فيزيائي ألماني استقر في أمستردام بهولندا، وأصبح صناعة الآلات، أمّا أندرز سيلسيوس (١٧٠٦-١٧٤٤) فقد

اخترع المقياس المعروف باسمه، والتميز بالمدى المنوي التدرج لقياس الفرق بين نقطتي تجمّد الماء وغليانه. كان سيلسيوس أستاذًا لعلم الفلك في أوبسالا بأسوج، وكان الشغل الشاغل (الأعضاء المنطوية الشمالية) موضوعه المُفضّل.

تأثيرات الحرارة

تتألف معظم المواد بالشمس، وتقلص عندما تبرد. فالجسم المفلأ الذي طوله ١٨٠٠ م في الشتاء، يزداد طوله بحوالي نصف متر في الصيف. عندما تسخن المادة تكتسب طاقة تجعل حركاتها تتحرك بسرعة أكبر، وتنفصل المادة حيناً أكبر. وعند تغير درجة الحرارة بما فيه الكفاية، تتحول المادة من حالة إلى حالة أخرى. فدرجة جامد إلى درجة حرارة انصهار، فإنه يمتص، وإذا تسخن سائل إلى درجة حرارة عالية بما فيه الكفاية فإنه يغلي ويتحول إلى غاز أو بخار.



الحرارة الكامنة

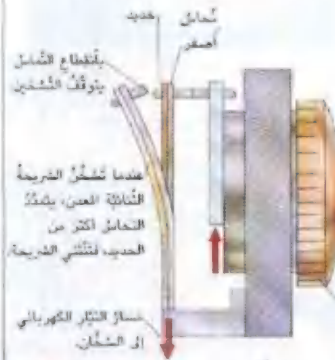
يستقي السائل
المتحرك إلى بخار
كثيف من الحرارة
فقد أن تولد دَرَجة حراريته
هذه الطاقة الحرارية تستخدم

في تحويل السائل إلى بخار وتغلغل فيه وتغلغل بالحرارة الكامنة. وعندما يتكثف البخار إلى سائل، تُفقد الحرارة الكامنة، فتُسخن الوسط المكتسب. كذلك تُفقد الحرارة الكامنة أيضا عندما يتصلب الجامد، وتُفقد عندما يتجمد السائل.



تمدد الغازات

تستد العازات حوالي ١٠٠٠ مرة أكثر من الجواب
١٠ إلى ١٠٠ مرة أكثر من السؤال. فإذا تضاعفت
درجة حرارة الغاز الخفيفة، تضاعفت حجمه
الفيزيائية أعلاه. أثبت إلى فصلها بالماء البارد وسدت
بإحكام، ثم شئت بين واحد الكثير، فستد
التي هي في داخلها دفء الماء شعلاً في الأبواب.

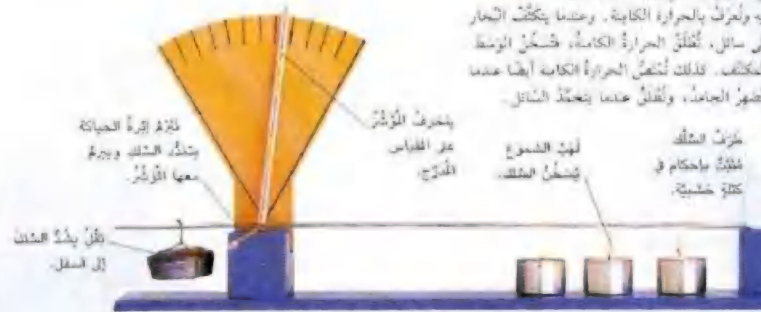


نَمُودُ مُتَبَايِنِ

تتخذ القوارث بتعدلات مختلفة، وتستخدم هذه الظاهرة في تشغيل الثرموستات التي تنشط درجة الحرارة، بحري الثرموستات شريحة ثنائية القطب - غالباً من النحاس الأصفر والحديد - في ثرموستات التبريد، تنشط الشريحة بالاحماء، فتطغف النحاس الكهربي عندما تبلغ درجة حرارة الغرفة الدرجة المطلوبة.

لزيد من المعلومات أنظر

- ٢٠ تفتيرات الحالة ص
- ٥١ النظرية العنصرية ص
- ٥١ سلوك الغايات ص
- ٢٠٢ الألمان ص
- ٢١٦ البراكين ص
- ٤٠٨ حقائق ومعلومات ص

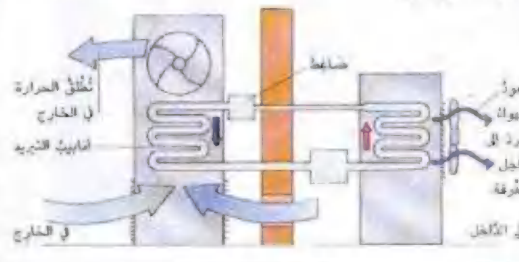


بمقياس التمدد

شَحَنُ السَّمُوحِ جَانِبًا مِنَ السَّبَلِكِ التَّخْفِ فَيَنْصُدُّهُ - وَالْعَا إِيرَةُ الْحَبَاكَةِ عَلَى
بَحْرِهِاءَ - وَالْإِيرَةُ بِدَوَارِهَا تَحْرُكُ الْمَوْشَرَّ عَلَى الْمَقْبَاسِ الْمُدْرَجِ

تَكَيِّفُ الْهَوَاءِ

تكتفئ الهواء يزيد بفعل التسخين، فينتفخ ليشغل المزداد فينتفخ متحولاً إلى غاز داخل أنابيب التبريد. ويتسبب التبريد حرارة تبريد من الهواء الذي سحبه المروحة من الغرفة ليعاد ابرد لها - في حين يُضخَّضُ غاز المُبرِّد في مضاعف خارج المبني حتى يتسبَّل ثانية، مُطلقاً الحرارة التي امتصها من الهواء، داخل الغرفة.



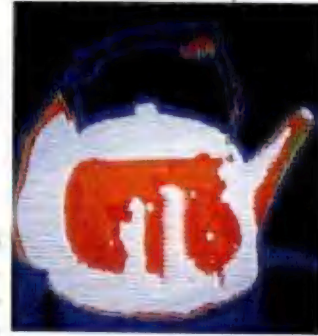
خَفِيفُ الْأَلَمِ

فالج هذا الرياضي بزاد، مُطْلَق للآلة،
من مادة سرعة التَّجَرُّ، ولتَمَثِّل الحرارة
الكَمِّيَّة اللازمة لِتَحْرِيك من يد الرياضي
تَزِيدُ وَتُخَفِّضُ الآلة. وبالطريقة شَبِيحًا
بِزَادِ العَرَقِ لِأَنَّهُ يَحْرِيكُ العَرَقَ بِمَتْنِ
حَرَارَةٍ مِنْ حَسْبِكَ.

انتقال الحرارة



إذا كنت على مقربة من نار أو مدفأة، تسري الحرارة إلى جسدك من الوسط المحيط. أما إذا كنت خارج البيت في يوم قارس، فالحرارة تنبعث من جسدك إلى الهواء حولك. تنتقل الحرارة دائماً من الجسم الحار إلى الجسم البارد، أو من الجزء الساخن من جسم إلى الجزء البارد. والحرارة تنتقل بطرق ثلاث هي: الحمل (الحراري) والتوصيل والإشعاع. فالحمل هو انتقال الحرارة بتيارات الحمل صعوداً في السوائل والغازات، لأن الجزيئات التي تسخن تقل كثافتها وترتفع لتحل محلها جزيئات أثقل منها. أما التوصيل فهو انتقال الحرارة في الجوامد بعيداً عن مصدرها. فعندما يسخن جزء من الجامد، تشد ذبذبة جزيئاته، فتصطدم بالجزيئات المجاورة وتنقل إليها طاقتها. الإشعاع هو طريقة انتقال الحرارة غير الفراغ بأموح كهرومغناطيسية؛ وبواسطته تصل حرارة الشمس إلى الأرض.



الإشعاع

جميع الأجسام تبعث إشعاعات حرارية تتزايد بارتفاع درجة حرارة الجسم. وتسمى هذه الإشعاعات، وتعرف بالإشعاع فوق الحمر، بسرعة الضوء. لكن طولها الموجي أكبر، وهي، كما الضوء، تنعكس من السطوح الصلبة وتمتصها السطوح الداكنة. وهذه الإشعاعات لا ترى، لكن بعض الكاميرات تستطيع التقاط طولها على أفلام خاصة تدعى الصور الفوتوغرافية الحرارية. وتساعد هذه الحرارة المنبعثة من تباين ألوان الصورة - أشعاً وأصباحها يدعى بالصور الأيسر.

الحمل (التصعد الحراري)

عندما تسخن اليابسة، تسخن الهواء فوق سطحها ويرتفع الهواء الساخن لأنه يمتد ويصبح أقل كثافة. يهبط الهواء البارد ليحل محله وهكذا تتكون تيارات مستمرة من الهواء الصاعد والهابط تدعى تيارات الحمل (التصعد الحراري). وتستخدم الغارات الممرائية والطيور هذه التيارات الحرارية الصاعدة لترتفع عالي في الهواء.



التلاصق الساخن

أشكال وأنواع الكثير من الحيوانات لتلائم بيئاتها الساخنة. فمثل الفيل الذي تسكن في المناطق الحارة، لا تمتص فروة الفيل الصغرة الفاصلة للوردة كثيراً من الإشعاع الحراري أثناء النهار كما تعمل أثناء الليل الكيرتان على نقل الحرارة إلى الهواء بالتخلل وأثناء نوبة الليل الصغرة تحبب فروة الفيل من الهواء ما يكفي لمنع فقدان الكثير من حرارة جسمه بالتوصيل.



التوصيل

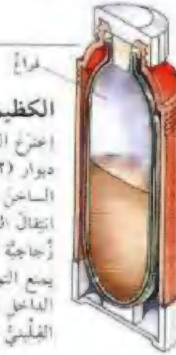
تختلف توصيلية المواد للحرارة باختلاف طبيعتها. الفلزات هي أفضل الموصلات. لذا تصنع القدور من الفلزات، كالنحاس والألومنيوم، كي تسخن بسرعة. لكن مقايضتها تُصنع من الخشب أو اللدائن لأنها رديئة التوصيل أي عازلة للحرارة. الماء أيضاً موصل رديء للحرارة، وكذلك الهواء والأجسام اللينة لأنها تحبس الكثير من الهواء، والعازات أروا المواد توصيل للحرارة.

الفلزات - موصل جيد للحرارة

اللدائن - موصل رديء للحرارة

الكظمية (القارورة الخوائية)

اخترع الكظمية العالم الأسكتلندي، جيمس ديوار (١٨٤٢-١٩٢٣). وهي تحفظ الشراب الساخن ساقيلاً، والبارد بارداً، لأنها تمنع انتقال الحرارة. تتألف الكظمية من قارورة زجاجية مزدوجة الجدران. والفراغ بين الجدران يمنع التوصيل والحمل. والجدران المفضضة الداخل نسيج الإشعاع، والسداد اللدائي أو الفلزي عازل جيد للحرارة.

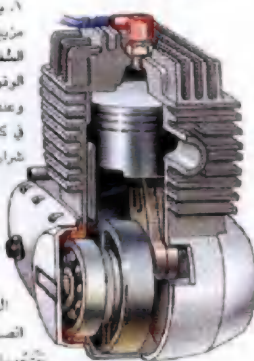


المزيد من المعلومات النظرية

الحرارة من ٦٤٠
الظلمة الكهرومغناطيسية من ١٩٢
الرياح من ٢٥٤
تكون الخشب من ٢٦٢
المصناعات من ٣٩٠
حقائق ومعلومات من ٤٠٨

المحررات

الضاروخ أقوى المحركات؛ فهو يستطيع رفع عربة فضائية ثقيلة عن الأرض وإطلاقها إلى الفضاء. الطائرات والسيارات والسفن والدراجات النارية ومكنات كثيرة أخرى تُسير بمحركات البنزين أو بمحركات الديزل. وبدون هذه المحركات كنا نظل نعتبد على قوائم الدائبة أو على قوائم الحيوانات في الثقل والصناعة. المحركات تحول طاقة الوقود إلى حركة بفعل تمدد الغاز الساخن؛ فيحرق الوقود لإحماة الغاز ويُسخَّر تمدد الغاز في تدوير المكائن. بعض المحركات مجهَّز بمكبس تتحرك جيئةً وذهاباً داخل أسطوانات، وتعرف هذه بالمحركات الترددية؛ وبعض المحركات عديم المكابس.



المُحَرِّكُ الثَّانِي السُّوْطُ

تَحْرُكَاتِ الدَّرَجَاتِ الثَّانِيَةِ
الضَّخِيمِ. وَفِي عِنْدِهَا الصَّامَاتُ إِذَا بَدَلُ
النُّشُوطِ صَغِيرًا وَفَوْقَهُ، لَكِنَّ كَثِيرًا
النَّصَائِمِ هُنَاكَ تَحْتَانِ فِي جِدَارِ الْأُسْطُوذَةِ
تَحْتَهُمَا وَفَوْقَهُمَا تَعَانِي تَحْرُكُ الْمَكْسِ



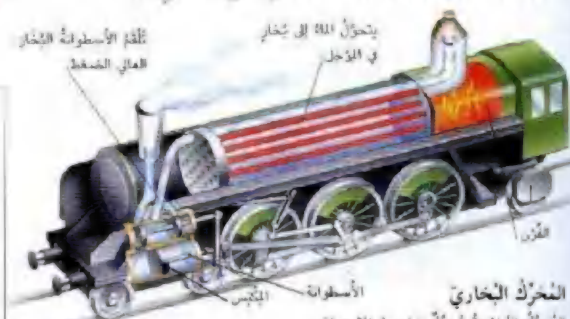
جورج سٹیفنسون

الفاطمة البخارية الناجحة الأولى كانت من صنع المهندس البريطاني جورج مينيسون (1781-1848). بدأ مينيسون حياته العملية كتخزين لصيانة المحركات والمضخات في المناجم قرب نيوكاسل بإنجلترا. وفي العام 1825، أسس مصنعًا للقاطرات حيث صمم ونشأ أول قاطرة استطاعت جر قطار للركاب على أوّل مسجّه حديد عامته في العام بين دارلنغتون وستوثن. أما أشهر باعراته المشهورة الضاروخ، فقد فازت في مباراة عام 1829 حيث بلغت سرعتها 46 كم/ساعة، واستعملت بعد ذلك على الخط الحديدي بين شربون وهامبستر.



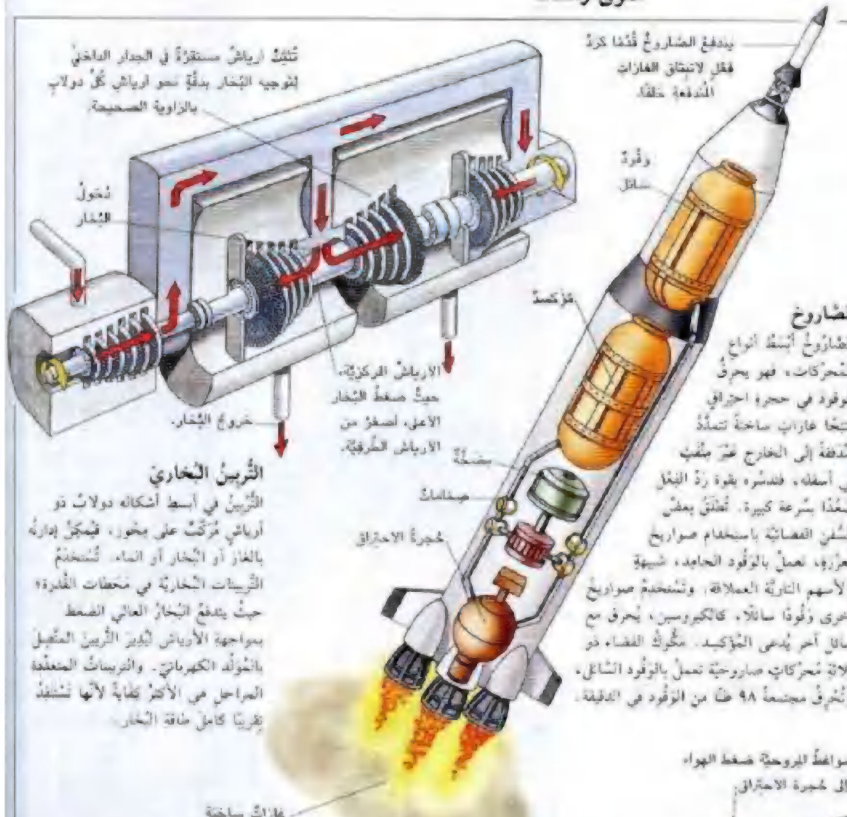
مُحَرِّكُ الْإِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِي

ينبغي تحريك السيارة محركاً داخل الحجرة لأن الزئوة يحترق داخل أسطوانة. ومعظم هذه المحركات رباعي الأشواط أي ينتج قوته من أربعة أشواط للمكبس. وبشرايط عدد مكابس المحرك الواحد ما بين أربعة وخمسة. تحرك تعاقباً ينتج قوة خرج متواصلة.



المُحَرَّرُ البُخَارِي

الشركاء البخاريه فخره خارجي الاحراق
 لأن الزوائد فيه يحرق في قرآن خارج الأسطوره. تسري العازات الحاميه الناتجه عن
 احراق الخدم. حرق العزل قبل حرق الماء أولا إلى بخار. ثم يغمى البخار حتى يتلغ
 صغقا ودرجه حاره عاشرين في غدو الأسطوره به حيث يسلط واقفا الجلس يتلغ.
 في القاطره تنفذ حرقه المكسب. راسطه مبعوضه من الأفرد إلى العواليل.



تطور المحركات

١٧١٢ صنع توماس نيوكومين أول محرك بخاري يستخدم أسطوانة ومكبس.

١٧٦٥ صنع جيمس وات محركا بخاريا أقوى من محرك نيوكومين بست مرات.

١٨٠٠ صنع ريتشارد تريفيثيك أول محرك بخاري عالي الضغط.

١٨٦٠ صنع إيثان ليونارد أول محرك داخلي الاحتراق. استخدمنا مزيجاً من غاز الفحم والهواء كوقود.

١٨٧٧ قلون نيغولاس أولو المحرك الرباعي الأسواط.

١٨٨٣ صنع غوتليب ديتلر أول محرك بنزيني.

١٨٨٤ صنع تشارلز دارسون أول تروس بخاري لتوليد الكهرباء.

١٩٢٦ أطلق روبرت غودارد أول صاروخ بالوقود دسر سائل.

١٩٣٠ سجل فرانك هويل زيادة احتراق المحرك الثقاة.

تتلك أرياش مستقرة في الجدار الداخلي لتوجيه البخار بدققة نحو أرياش كل دولاب بالزاوية الصحيحة.

لشعور البخار

الأرياش المركزية، حيث ضغط البخار الأعلى، أصغر من الأرياش الطرفية.

التربين البخاري

التربين في أبسط أشكاله دولاب ذو أرياش مرفوعة على محور، فيمكن إدارته بالغاز أو البخار أو الماء. تستخدم التربين البخارية في محطات الطاقة حيث يدفع البخار العالي الضغط بمواجهة الأرياش ليدير التربين المتصل بالشوكة الكهربائية. والتربينات الصنعة المعمل من الأتار كلها لأنها تستفيد تقريباً كامل طاقة البخار.



فرانك هويل

المهندس ومختر الاختيار الإنكليزي

فرانك هويل

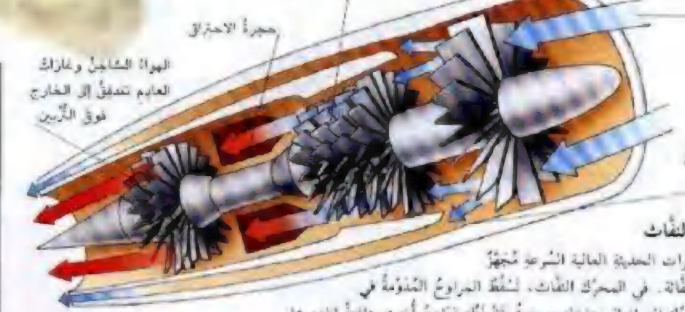
(المتولد عام ١٩٠٧)

اختراع المحرك الثقاة عام ١٩٢٩.

وقد حاول عبثاً إقناع وزارة الطيران البريطانية بفاعته محركه، فما كان منه إلا أن أسس شركته الخاصة لتصنيع المحرك الجديد، وبالفعل تم له صنع أول محرك ثقاة واختباره على الأرض سنة ١٩٣٧. وفي العام ١٩٤١، حبلت طائرة اختيارية أول طيران لها بمحرك هويل.

لزيد من المعلومات الطير

- شوك الغازات ص ٥١
- القوى والحركة ص ١٢٠
- الشغل والطاقة ص ١٣٢
- مصادر الطاقة ص ١٣٤
- المحركات الكهربائية ص ١٥٨
- الطوارى ص ٢٤٩

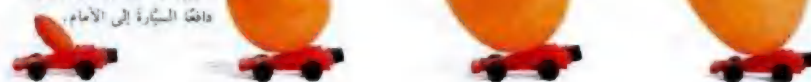


المحرك الثقاة

تتظم القاذورات الحديثة العالية السرعة تجهز بشعرات ثقاة. في المحرك الثقاة، لشعط الماروج المدفوعة في مقدمة المحرك الهواء إلى داخله - حيث تطفئه قذائف أخرى دافعة إياه، على ضغط عالٍ، إلى حجرة الاحتراق. وهنا يحمو الهواء بالوقود السائل المثلهب، فيمتد وينفج نحو مؤخرة المحرك. ويندافقه العنيف إلى الخارج - بدوم تقريباً ثلثي الماروج في المقدمة. في المحرك البروسني التربين، الشين أعلاه، يشر بعض الهواء غير مشرب حول الجزء الرئيسي للمحرك، معزواً كثبات الهواء المتدفق مما يحجب المحرك دفقا إضافيا.

الذلق الثقاة

عده السيارة الذلقة لتستخدم الثقاة لتتعلق بسرعة فوق أرضية الرقة. فمك فتح جسم خاص، يدفع الهواء إلى الوراء غير رقة البالون المربوط بالسيارة والمعلق بالهواء، دافعا السيارة إلى الأمام.



الكهرباء والمغناطيسية



الكهرباء، ترافقها المغناطيسية غالباً، أصبحت ضرورة يومية في مختلف مجالات العمل والحياة حولنا؛ وهي في الواقع غيرت نمط حياتنا بالكامل. المولدات تولّد الكهرباء من حركة وملفانها في مجال مغناطيسي، فتوفّر لنا الحرارة والنور بضغط زرّ. والمحركات الكهربائية تحوّل التأثيرات الكهربائية في مجالات مغناطيسية إلى حركة. نديرّ لنا المكنايت من مثاقب وغسالات وآلات مختلفة بجهد قلبي متنا. والإلكترونيات بمقوماتها النحويّة تيسّر لنا استخدام الكهرباء والمغناطيسية (الكهرمغناطيسية) بأشكال متعدّدة في تقنيات الراديو والرادار والحواسيب

الإلكترونيات في العناية الفائقة

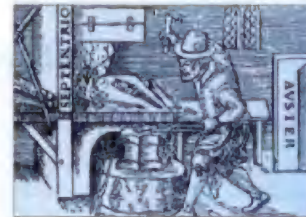
الفرس الذين يعانون من بلي خطيرة يحتاجون غالباً إلى مراقبة مستمرة في المستشفى. وبدلاً من تمريضات بلازم أميرة هؤلاء، تستخدم التمريضات الإلكترونية للرعاية أرواحهم. هذه حديث تيلد عظيم في معادلي نفس المريض أو عمقان قلبه. تطلق تلك الأجهزة تدبيراً لاستبعاد المضربات والأشياء للتعامل ذلك.

تُؤدّت المشغلات الكهربائية من استخدام أول عترة واحد القرن التاسع عشر، فاصبحت اليوم أكثر دقّة وكفاءة



حتى تشمس

السبعينيات من القرن العشرين، لم يشاهد الحاسوب إلا قليلاً من الناس. لذا اليوم، فالحواسيب صالحة ومنتشرة في كل مكان تقريباً. عتاد الحوسبة كانت قد رُفعت منذ أكثر من ١٥٠ سنة؛ لكن كان من غير الممكن صنع الحواسيب الإلكترونية وجعلها في متناول الجميع. قبل خلق الترانزستور الصغيرة بما فيه الكفاية.



«الكهربيات» و«اللاكهربيات»

قام وليم جيلبرت (١٥٤٤-١٦٠٣) بأعمال بارزة في حقن المغناطيسية والكهرباء، فقد بين أنّ الأرض لا يتّعدّ أن تكون مغناطيساً صلباً، كي تؤثر في لونه البوصلات. كما أدرك الفرق بين الشوكلات والغازلات الكهربائية وأسماها «الكهربيات» و«اللاكهربيات»

طاقة متعلّدة الاستعمالات

تولّد الكهرباء وتُقلّ بسهولة إلى حيث يُحتاج إليها. التحوّل إلى أشكال أخرى من الطاقة، فهي تنكس مثلاً، التحوّل البرودة الكهربائية إلى حرارة، كما تحوّل ضخمة المصباح الكهربائي إلى ضوء. وتحوّل جهاز التلفون الكهربائي إلى أصوات، كما تحوّل أيضاً الأصوات إلى كهرباء. أمّا الحاسوب فيحوّل المودة المُطرقة من الكهرباء إلى نبضات تُقَدّ وظائفه.

تساعد الكهرباء في توفير وسائل الراحة في سميكا، فالمدرك في متروحة كهربائية ليدرك أرياشها لتباعد تياراً هوائياً وتجدد الهواء.



حجر المغناطيس

حجر المغناطيس معدن طبيعي المغنطة؛ وهو شكل من خام الحديد المعروف بالمغنتيت (أكسيد الحديد المغناطيسي). تنجذب برادة الحديد بالقرب من حجر المغناطيس فتنجذب إليه وتلتصق به. وقد استخدم بعض الملاحين القدماء القطعة المغنطة من هذا المعدن مُعلّقة من طرف خيط، كبروصة.

جهاز التلفون الحديث يولّد عمل الهاتف العادي إضافة إلى ذاكرة إلكترونية، لختزن أرقاماً تتقوّمه عديداً، لتُكتفا من طلب أيّ منها بكفاءة زرّ

حاسبة الجيب الحديثة الرخيصة كانت ستدهش القدماء في قطع المغناطيسيات من هذا القرن. فليضع حاسبة لتقوم بعملها حينئذ كان يقتضى استخدام صفائح وغلّزات ضخمة، شتلاً غرفة بكاملها.

الكهرباء قديماً

حوالي العام ٦٠٠ ق.م. اكتشف الفيلسوف الإغريقي طاليس أنّ خشك يُعلم من



الكهربان بنطعة قماش يجعل الرّيش والأجسام الخفيفة الأخرى تنجذب إليها وتلتصق بها. ونحو عام اليوم أنّ كهرباء طاليس كانت قد شجّلت كهربائياً بالاحتكاك. وحديث بالذكر أنّ كلمة «كهرباء» تُشتقّ من الكلمة اليونانية لكهربان - وهي الإلكترون.

المغناطيس الحديثة

جدّ تعرف الطبيعة المغناطيسية. صار من الممكن صنع مغناط قويّ من الشولان بأشكال متنوعة، تُصنع أفضل المغناط من سائك فولادية مُصنّعة عيشياً لحفظ مغناطيسيتها.



الديناميوس الفولادية تنمغنط مؤقتاً بالمغناطيس فيلتقطها.

الكهربائية الساكنة

الحثّ الإلكتروستاتي (الكهروستاتي)

إذا دلكت معلقة لداتية على
لهايك تكسيها شحنة كهربائية
سالية. قرب المعلقة المشحونة من
مسال ماء الصنوبر، ولا حظ انحراف
مسال الماء نحو المعلقة! إن
الشحنات السالية على المعلقة تنجذب
مسال الماء بالتأثير شاقرة الشحنات
السالية في الجانب المقابل لها،
حاملة إياه موجب الشحنة.
فينجذب نحوها - في حين
يصبح جانب المسال
الأبعد سالب الشحنة.
وتدعى هذه الظاهرة
الحثّ الإلكتروستاتي



للشحنات المتشحونة على
المعلقة بالذات تنجذب
مسال الماء بالتأثير،
فيحتاذبان.

الفرقعة التي نسمعها أحياناً عندما ندخل كثرتك بسحبها عبر
رأسك هي تفرغ كهربائي من الكهرباء الساكنة، وإذا كنت
في ظلمة فقد يمكنك مشاهدة ومضات التفرغ أيضاً.
الكهربائية الساكنة كهرباء احتكاكية غير سارية، والفرقعات
والمومضات هي تفرغ كهربائي فجائي الانطلاق. أحياناً
تجس بضمة كهربائية عند لمس كغبرة الباب لأن الكهرباء
الساكنة المتراكمة في جسديك تنطلق فجأة من يدك إلى
الكغبرة. والبرق هو تفرغ كهربائي ضخم بين سحابتين أو
بين سحابة والأرض، والكهربائية الساكنة تنحشد
بالاحتكاك عند ذلك أو احتكاك مادتين مختلفتين معاً.

إذا دلكت بالوناً بكثرة،
فإنه يميل إلى
الاتصال بها، لأن
الشحنات تتركز
كلاً منها
شحنة
شحنة.



الشحن بالاحتكاك

تتألف جميع الأحسام من ذرات، وتتألف كل ذرة من عدد
متساوٍ من الإلكترونات السالبة والشحنة البروتونات الموجبة
الشحنة. وهذه الشحنات يوازن بعضها بعضاً تماماً،
مما يجعل الأجسام متعادلة (أي غير مشحونة). لكن
بالاحتكاك، كذلك البالون بالكترة، تنقل
الإلكترونات من الكترة إلى البالون، فيصبح
البالون سالب الشحنة لأن الإلكترونات فيه
صارت أكثر من البروتونات؛ كما تصبح
الكترة موجبة الشحنة لأن البروتونات
فيها أكثر من الإلكترونات.

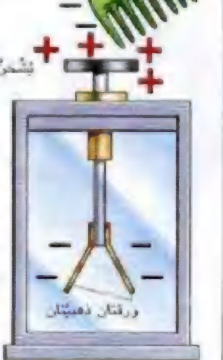


التأثير

البالون المشحون والمتعلق جنباً إلى جنب بقرني
لحبلين، من النقطة ذاتها يتنافران لأن كليهما سالب الشحنة.
وهما إذا كانا متعاطلين بتدليان متلائين واحدتهما بالأخر.

التجاذب

البالون المشحون بالذات يجذب إليه
قصاصات الورق الصغيرة. إن شحنات
البالون السالبة تأثر الشحنات السالبة على
الجزء الأقرب إليها من الورقة (لأن الشحنات
المتشابهة تتنافر)، فيصبح هذا الجزء
من القصاصات موجب الشحنة،
ويتجاذب إلى البالون لأن
الشحنات المتخالفة تتجاذب.

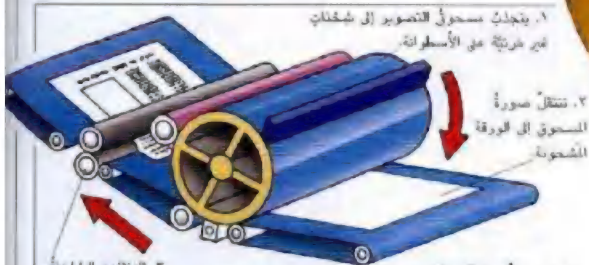


يشعر انشطاً بشحنات سالية عند شرب الشمر؛ فإذا قرب إلى
القرص المعدني للكشاف الكهربائي، يتأثر الشحنات
السالية فيه باتجاه الورقتين الذهبيتين، فتفرجان.

المكشاف الكهربائي

يُسمى المكشاف الكهربائي ذو الورقتين الذهبيتين ما إذا
كان الجسم مشحوناً أم غير مشحون. فإذا قربت جسماً
مشحوناً إلى قرص المكشاف المعدني، تكتسب
الورقتان الذهبيتان شحنات متعاكسة بالمثل. ولما
كانت الشحنات المتشابهة تتنافر، فإن ورقتي المكشاف
تفرجان. وحيث إن الورقتين الذهبيتين رفيقتان جداً
وعظمتان فإن المكشاف الكهربائي شديد الحساسية.

١. يتجاذب مسحوق التصوير إلى شحنات
غير مرئية على الأسطوانة.



٢. تنتقل صورة
المسحوق إلى الورقة
المشحونة.

٣. الدقائق الشاحنة
تسحب المسحوق
وتصطب بالورق.



النايخة الضوئية

الكثير من الناسخات الضوئية يستخدم الكهرباء
الساكنة، إذ تتكون صورة الأصل كشحنات موجبة
غير مرئية على أسطوانة كبيرة داخل النايخة. هذه
الشحنات تجذب حبيبات دقيقة من مسحوق
التصوير مكونة صورة مرئية على الأسطوانة. ثم يُغسل
مسحوق التصوير إلى الورقة المشحونة كهربائياً أثناء
مرورها حول الأسطوانة. وتعمل الدقائق الشاحنة
على سحب مسحوق التصوير ولصقه بالورقة كشورة
نايخة.

الشحنات

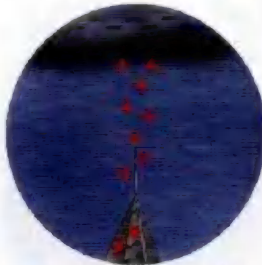
داخل السحب

تُسحق الجسيمات الجديدة
الموجودة في السحب في أعالي
الغبار الكهربائي الساكنة
فيصبح أعلى الشحنة موجب
الشحنة وأسفلها سالب
الشحنة. ويحصل التفرغ
الزمني أحياناً داخل السحابة
لمعادلة الشحنات مُجدداً.

تكتسب
الجسيمات
الأعلى الموجبة
الشحنة لأعلى.

تتراكم الجسيمات الأقل سالبة
الشحنة في أسفل السحابة.

فصبت مائة الصواعق
سبوتلي الرأس، وموقع
الشغل في أسفل السحابة
يقو شغل سكتي.



الشحنات السالبة في أسفل
السحابة تسحب الجسيمات
شحنات موجبة على سطح
الأرض تحتها.

فصبت من
الطاس الأصفر
تُحصل بالمسلة
المسلة للظلمة
العدنية الداخلية



الشراوات العملاقة

الزمن الزمني التشتت السحب غير شراوة
علاقة لظفر بين سحابتين أو بين سحابة والأرض
والإضافة إلى ابتعاد نوراً سابقاً جداً، فالفرغ الزمني
يولد حرارة عالية جداً تسحق الهواء المحيط فينبذ بسرعة
فاضة، ثمناً انحصاراً عظيمًا هو الزناد

بنجامين فرانكلين

بين المخترع بنجامين

فرانكلين (1706-1790)

القائم والسياسي والعالم

الأمريكي، العلاقة بين

الزمن والكهرباء بتجربة

خطرة جداً. ففي العام

1752، طير فرانكلين طائرة

ورقاً في أثناء عاصفة رعدية. فسرت الكهرباء

أخر تخطيط الطائرة المُبتَل إلى مفتاح معدني كان

في الطرف الآخر للخط. وعندما قرب فرانكلين

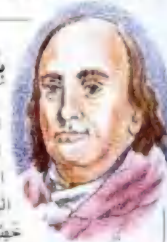
إصبعه من المفتاح، ففرك شراوة غير الفجوة

بينهما. فاستنتج أن كهربائية السحب هي التي

سببت الشراوة، وأن التفرغ الزمني هو نوع من

الزفر. وفي العام 1753، أعلن اختراعه قضيب

مائية الصواعق.



مائدة الصواعق

تُصنع على السطح في معظم المباني العالية
فصبت يئس مائدة الصواعق يتصل بالأرض
يقو شغل سكتي. الشحنات السالبة في أسفل
السحابة السحب تحتل الشحنات الشرجة
من الأرض، فتسحب هذه الشحنات على
جزيئات الهواء شغراً إلى السحب حيث
تتصل متعل بعض الشحنات السالبة في
السحابة. وقد ينشأ ذلك حدوث الصاعقة.
وإذا لم يكن ذلك كافياً وحصل التفرغ الزمني
فإن الكهرباء تسري عبر القضيب والمؤصل
الشكلي إلى الأرض دون إحداث أضرار.

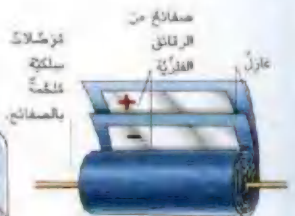
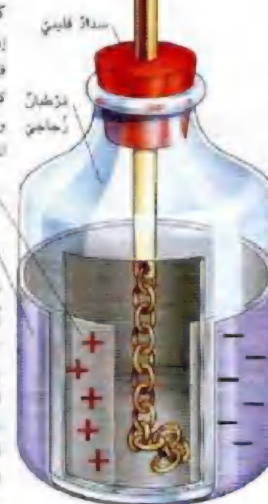
كيف تضرب الصاعقة؟

إذا كانت شحنات السحب قوية بما فيه الكفاية،
فإنها تنزل لها قنراً عبر الهواء إلى الأرض وتفرغ
كوسيط زمني. وتوفر المباني العالية والأشجار
والناس في الأماكن المكتظة تساراً سهلاً
للتفرغ الكهربائي، فتسحبها الصواعق.

مائدة نظرية داخلية.
تعلق رقائقي فلزي.

وعاء لين

مارسو الكهرباء، الأوائل اختبروها أحياناً في ما
يسمى وعاء لين - (باسم المدينة الهولندية
حيث استخدم لأول مرة عام 1725). ويتألف
وعاء لين إجمالاً من عرطلان وحاجز متعلق من
الداخل والخارج يرفاقان التفسير بحيث يمكن
معرفة شحنة كهربائية على صفيحتي التفسير
الرقائقي. ويتصل قضيب معدني بالطاقة
الداخلية لتفرغ الشحنة عند الزوم. وعاء لين
هذا هو شكل قديم من المكثفات.



المكثفات

تستخدم المكثفات الشرجية لتخزين الشحنات
الكهربائية في الأخيرة الإلكترونية
كالتلفزيونات والحواسيب. فالتشوهات
الكهربائية القصيرة الأمد مثلاً، تُخزن في
المكثف بحيث يمكن ابتعادها وتُسحب منه.
وفي بعض المكثفات، تُفصل صفيحتي الرقائق
الرقائقي داخلها بعضها عن بعض بلداً
زمنية، ثم تُلصق جميعها وتُسحب بالمشبك.

لزيد من المعلومات انظر

التيّة الذرية ص 25
الكهرباء الثابتة ص 148
مقومات إلكترونية ص 168
الزناد والزمن ص 257

الكهرباء التيارية



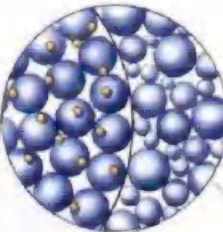
المصباح تحول
الكهرباء إلى ضوء.
شاشة الفيديو تحول الإشارات
الكهربائية المستقبلية من
الكاميرات إلى صور.

الكهرباء في بعض مجالاتها

في حفل موسيقي وأغانٍ شعبية، تُحوّل
الأجهزة الكهربائية لمُزَاجَات صوتية أضعافاً
وأصواتاً عالية، ويستطيع الممثلون التمييز جداً عن
المسرح لشعبه الموسيقيين وسعاع الشُعْبَر عَزَّ لُحَاثَاتِ
صُخْرٍ ومُكْرَفُونَاتٍ مَشْرِغٍ في ساحة التَمَشُّحِ.

الموصلات والعوازل

تُدعى الأسلاك النحاسية في الكابلات
الكهربائية مُوصِلاتٍ، لأنها تُوصِلُ التيارَ
الكهربائي أي تُنشِئُ له بالمرور عِزْرَها. وتُقلِّصُ
الأسلاك النحاسية بِمَادَّةٍ لَدَائِيَّةٍ عَازِلَةً، غير
مُوصِلَةٍ للكهرباء، لأنها لا تحوي الإلكترونات
طليقة. العوازل تمنع الكهرباء من السريان
حيث لا تريدُها.



في العوازل تلتصق جميعاً
الإلكترونات مشدودة إلى لذاتها، لذا
لا تستطيع الكهرباء السريان خلالها.

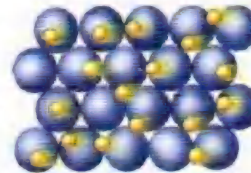
التيور والذراع
التوصيل تحول
الكهرباء.



الإمداد المُولَو

بعض القطارات الكهربائية يُلَبِّسُها بالكهرباء بأخرع تَوَلَّى عَزَّ
كَبَلَاتٍ مُعَلِّقَةٍ فوق سِكِّينها. ولتحقيق التماس الكهربائي بين
ذراع التوصيل والقطار، فإنَّ عِزْرَ التيار لا تُحْرَكُ القطار،
بِحَبِّ أن يكون الكتل عازلة (أي غير معزولة)، ولا بُدَّ من
تعليل هذه الكيول العلوية على عوازل لمنع تنديد الكهرباء
وإبعاد خطرها. فالموصلات والعوازل، كما نرى، تُستخدَمُ
معاً لتجعل استخدام الكهرباء بأماناً وعالي الكفاءة.

حيثما تذهب تَرَّ الكهرباء التيارية في مجالات العمل - في البيت
والشارع والمصنع وحيثما كان، صُمِّمَتْ المصابيح تحول
الكهرباء إلى ضوء، والمواقِد الكهربائية تحول الكهرباء إلى
حرارة، والمُحَرِّكَات الكهربائية تحول الكهرباء إلى حَرَكَة.
الكهرباء من أوسع أشكال الطاقة استخداماً لأنها سهلة التحويل
إلى أشكال الطاقة الأخرى؛ ولأنها آتية السريان غير أسلاك
التوصيل إلى حيث يُحتاج إليها، كثير كهربائي. ويُفَاسدُ
سريان الكهرباء بؤخداث الأمير. التيارات الكهربائية،
في معظمها، تتألف من إلكترونات دافقة، لكن
بعضها يتألف من أنواع أخرى من
الجسيمات المشحونة، تُدعى أيونات.



الإلكترونات الطليقة

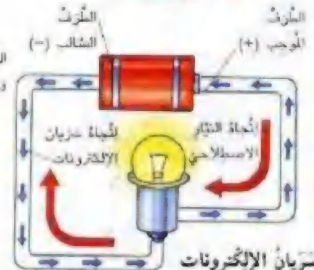
تسري الكهرباء عِزْرَ طَلَرٍ
كالتحارس، لأنَّ الطلَر تحوي
إلكترونات طليقة تستطيع الانتقال
من ذرة إلى أخرى.

دائرة الكتل البنى حج. بلية

يُمَكِّنُكَ تمثيل كيفية سريان التيار
الكهربائي باستخدام دائرة من الكتل
النحاسية. فإِذَا دُفِقت إحداها، ترى أنَّ
جميع الكتل تتحرك تِجَارَةً، فالتكَّة الأخيرة
في الحلقة تتحرك حاشية تَمَسُّ الكتلَّة
الأولى. والبطارية تدفع الإلكترونات عبر
الأسلاك في دائرة كهربائية، بطريقة
مُتَابِعَةٍ، لإحداث تيار كهربائي.



التيور القوية العازلة تُعَلِّقُ
وتُدْعَمُ باستخدام العوازل.



سريان الإلكترونات

اعتقد العلماء سائلاً أنَّ الكهرباء في دائرة بطارية مثلاً،
تسري من الطرف الموجب للبطارية إلى طرفها
السالب. ووضعت قواعد عملية مفيدة تطبيقاً لهذا
المفهوم. إِذَا نُقِلَ تِجَارَةً التَّجَارَة عِزْرَها، وتُسَمَّى
التيار الاصطناعي. والواقع أنَّ الإلكترونات تسري
من طرف البطارية السالب إلى طرفها الموجب.

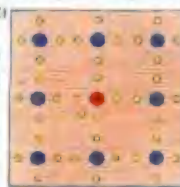
السليكون النقي
يوجد أربع إلكترونات في الغلاف الخارجي للذرة من السليكون النقي، وتماثل هذه (كما في الألومنيوم الأخرى) شحنت موجبة مساوية في قوة الدفعة، لذا فذرة السليكون كمتحد متعادلة.



شبه موصل من النمط-م

يوجد ثلاثة إلكترونات في الغلاف الخارجي للذرة البورون، فبما أُضيف إلى السليكون كمُشَبِّه قليلة من البورون، تترك هذه الإضافة ثقبًا أو شعرات إلكترونية تحمل شحنة موجبة وثبة مُوصلة فوجبة.

النمط (النمط-م).



شبه موصل من النمط-س

يوجد في الغلاف الخارجي للذرة من الزرنيخ أو السيلين خمسة إلكترونات. فإذا أُضيف مقدارٌ ضئيلٌ من أيٍّ منهما إلى السليكون، تحلّط هذه الإضافة إليه إلكترونات طليقة تجعله شبه موصل سائب النمط (النمط-س).

شبه الموصلات

المواد الغير جيدة التوصيل للكهرباء تدعى شبه موصلات أو أشباه فلزات. وهي تُستخدم للحكّم في التيار في الأجهزة الإلكترونية، وأكثر هذه المواد استخدامًا هو السليكون المُشَابَّه بكميات قليلة من الزرنيخ أو الفسفور أو البورون لتغير خواصه الكهربائية وجعله شبه موصل سائب النمط (نمط-س) أو موجب النمط (نمط-م). في شبه الموصلات من النمط-س، الإلكترونات الطليقة هي التي تحلّل التيار، أمّا في شبه الموصلات من النمط-م فتحوّل الثقوب. تُستخدم شبه الموصلات في صنع الباعث الإلكتروني، كالمقاومات (أو المجازات) السليكونية للحاسوب.



بؤرة من السليكون النقي

الأيونات الموجبة المشحونة تُجذب إلى الغلاف السالب المشحون

العلاء الكهربائي

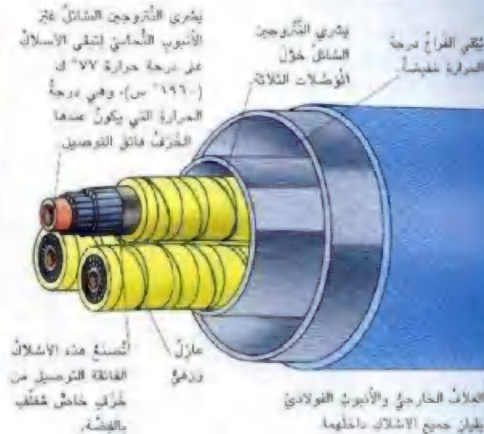
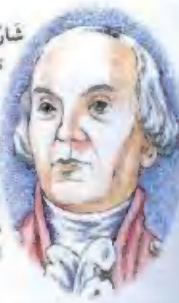
الواحد القادرة الطليقة، الشبّية أغلاء، كانت قد عُثِرَ في محلول من كبريتات النحاس، ثم مُرّرت الكهرباء عبر المحلول في دائرة وُصلت الأنود فيها بالكاثود لاجتذاب أيونات النحاس التي ترسّبت عليها مكونة الصنارات النحاسية.

لزيد من المعلومات انظر

- خصائص المادة ص ٢٢
- البنية الذرية ص ٢٤
- أشياء الفلزات ص ٣٩
- الكثافة (التحليل الكهربائي) ص ٦٧
- الحالاي والمقاومات ص ١٥٠
- مقاومات إلكترونية ص ١٦٨
- حقائق ومعلومات ص ٤١٠

شارل أوجستين كولوم

كولوم (١٧٣٦-١٨٠٦) فيزيائي ومهندس فرنسي مشهور بأبحاثه في الاحتكاك والمغناطيسية والكهرباء. اخترع كولوم الآلة حساسة لقياس القوى بين المغناطيسات كما بين الشحنت الكهربائية، وشكّل وتحدّد التوكولم لقياس شدة الكهرباء بأسمه، وهي شدة الكهرباء الشارية عبر نقطة في دائرة يمر فيها تيار مقداره أمبير في ثانية.



تسنع هذه الأسلاك عازل دهرم حركت خاص شغل بالقياس

تُجُول فائقة التوصيل

المادة الجيدة التوصيل للكهرباء ضئيلة المقاومة لتيار التيار. وفي فلزات معينة كالقصدير والزرنيخ وبعض الخوفات، تعارب هذه المقاومة الضعيفة عندما تبرد هذه المواد إلى درجة حرارة خفيفة جدًا، فتصبح المواد فائقة التوصيل (أي كاملة التوصيل تقريبًا). والتكثيف المُفْرَضَة التوصيل يثاني لنقل الكهرباء، لأن تذبذب القدرة فيها لا يكاد يذكر، لكنها باهظة التكلفة عمليًا لأنها تتطلب على الدوام تبريدًا شديدًا بالزرنيخ أو الهليوم السائل. وتُجرى التجارب حاليًا لإيجاد موصلات فائقة التوصيل تعمل على درجة حرارة أعلى.

ألكس مولر

المشكلة الرئيسية في الموصلات الفائقة التوصيل هي ضرورة جفطها على درجة حرارة تقارب الصفر المطلق (صفر كلفن أي - ٢٧٣° س)، وهذه أخفض درجة حرارة مُشَكِّكة.



تُكِن الفيزيائي السويسري، ألكس مولر (المولود عام ١٩٢٧)، ومُساعدُه جورج يندورز (المولود عام ١٩٥٠)، اكتشافًا أنّ مادة خزفية من أكسيد النحاس، تحوي الباريوم والتيتانيوم، تُعدو فائقة التوصيل على درجة ٣٥ ك (- ٢٣٨° س). وقد نالوا بذلك جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٨٧. وفي العام ١٩٨٨، توصل آخرون إلى تصنيع مادة خزفية فائقة التوصيل على درجة ١٢٣ ك (- ١٥٠° س). لكن لم توصل بعد أحد إلى صنع موصل فائق يعمل على درجة حرارة الغرفة.

الكهرباء والأيونات

يسري التيار في بعض المعاليل، لا كإلكترونات بل كجسيمات مشحونة تدعى أيونات، والعلاء الكهربائي تطبيق عملي على ذلك لتخليق جسيم ما ببطء فزّنة، فبمُضِلّ الجسيم الشارد ببلاده بالطرفي السالب للمصدر الكهربائي ليعمل الإلكترون السالب الذي يجذب إلى الأيونات الموجبة الشحنة (من قطب أو نحاس أو خارصين) فينتقل بها.

الخلايا والبطاريات

داخل الخلية

تتألف الخلية النموذجية من أجزاء رئيسية ثلاثة هي: الإلكترود (أو القطب) السالب، الإلكترود (أو القطب) الموجب، والإلكتروليت (أو الكترول) بينهما. وهذا الكترول هو مادة كيميائية أو مزيج من الكيمائيات السائلة أو المعجونية الرخوة القوام الموضوعة للكهرباء. لأن مقوماتها تتحرك إلى مجموعات من التدرجات المشحونة تدعى أيونات. وتكتسب التفاعلات الكيميائية التي تجري داخل الخلية في سريان الإلكترونات من الإلكترود السالب إلى البيطة المشغلة ثم عوداً عبر الإلكترود الموجب.

الحلقة المغلقة

خلية أكسيد الزئبق
الكثير من الساعات الإلكترونية يعمل بواسطة خلايا أكسيد الزئبق. وتوفر الخلية من هذا النوع جهداً أو نقطة مقدراً ١.٣٥ فولت لفترة طويلة.



الحلقة المغلقة

خلية النيكل والكادميوم

خلية النيكل والكادميوم، بخلاف سائر الخلايا الجافة المألوفة، يمكن إعادة شحنها. فتصنع تكلفة قس البطاريات العاملة بها أقل بكثير.



الحلقة المغلقة



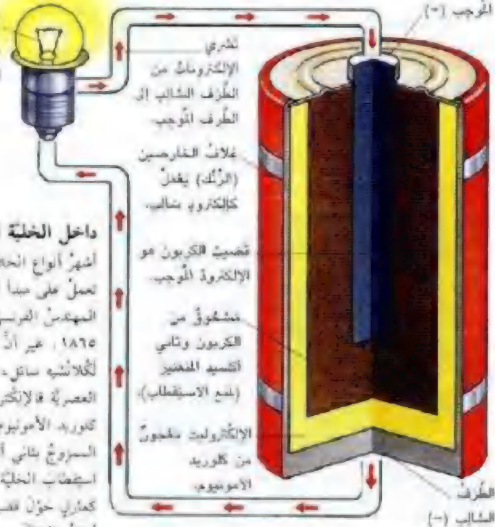
البطاريات (أعمدة الخلايا) الجافة

تستخدم البطاريات الجافة العادية في معظم الشاشات ومصابيح الجيب الكهربائية. وتتألف الإلكتروليت فيها من كلوريد الأمونيوم، تكل الخلايا الأتومي ثارة تستخدم كلوريد الفارغرين. أما الخلايا القلوية ذات التيار الأشد والتي تقوم لفترات أطول، فتستخدم هيدروكسيد الناباسيوم كإلكتروليت.

داخل الخلية الجافة
أشهر أنواع الخلايا هي الخلية الجافة التي تعمل على مبدأ الخلية التي اخترعها المهندس الفرنسي جورج لافلانث عام ١٨٦٥. غير أن الإلكتروليت في خلية لافلانث سائل. أما في الخلايا الجافة المعاصرة فالإلكتروليت محبوس رطب من كلوريد الأمونيوم. المسحوق الكروي المزيج بيني أكسيد المغنيز ينتج استقطاب الخلية - أي تجمع الهيدروجين كيميائي حول قسب الكربون فيها - مما يؤمن الخلية عن العمل.

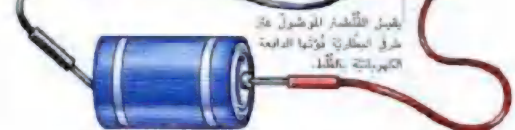
النبائط العاملة بالبطاريات كثيرة، كالراديو والسماعات والمصابيح والدُمى والساعات وغيرها، وهي تتطلب أشكالاً وأحجاماً مختلفة من البطاريات. بعض البطاريات صغير، بحجم قرصة الدواء، وبعضها الآخر ثقيل لا يمكن حمله. لكنها، في معظمها، تستر في خاصية مهمة هي قدرتها على اختزان طاقة كيميائية وتحويلها إلى طاقة كهربائية. والخلية الكهربائية هي الوحدة الأساسية المولدة للكهرباء. وتتألف البطارية من مجموع اثنين أو أكثر منها. غير أننا نستخدم كلمة بطارية أيضاً عندما نتحدث عن خلية واحدة كالخلية الجافة، أو الخلية القوسية الصغيرة في ساعة مثلاً. الخلايا «تضخ» الإلكترونات عبر الموصلات كما المضخات السوائل عبر الأنابيب.

الطرف الموجب (+)
الطرف السالب (-)



القوة الدافعة الكهربائية

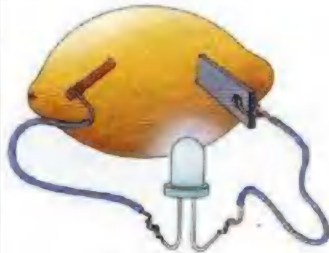
القوة الدافعة الكهربائية لخلية أو بطارية تدفع الإلكترونات لتجري في الدارة الكهربائية، وهي تقاس بوحدة الفولط. تعتمد القوة الدافعة الكهربائية للخلية على نوعيتها وهي في الخلايا الجافة مثلاً، ١.٥ فولط.



ألساندرو فولتا

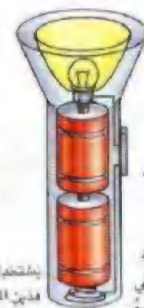
اخترع الكونت الإيطالي ألساندرو فولتا (١٧٤٥-١٨٢٧) أول بطارية. تتألف الخلية الواحدة في بطارية فولتا من قرص نحاسي وقرص خارصيني كإلكترودين بينهما قطعة من القماش المشرب يمتلئون بمحلول كإلكتروليت. وكانت فؤتها الدافعة الكهربائية قليلة، ثم اكتشف فولتا أنه بتركب عدّة من هذه الخلايا يحصل على قوّة دافعة أكبر - فكانت البطارية الأولى وعرفت بعمود فولتا. وتكرّم له سميت وحدة القوّة الدافعة الكهربائية «الفولط» باسمه.





خلية من ليثيوم حاملة

يمكنك صنع خلية بسيطة بتمرير جسيمين من الليثيوم مختلفين في تيمونة حاملة، ويشكلان الفلزات، الكرومي الخلية، وتشكل خسارة الليثيوم الاكثريوت. يستخدم الكرومي من الحارصين والتحاسن تحتضل على ق. د. ك. تجعل الدايود (تضمات الثاني) الضوء أشع بومضين مرتين



حجم البطارية

تتوسع معظم المصاحح الكهربائية بطاريات جافيتير أو أكثر وتوضن هذه البطاريات على التوالي، أي واحدة بعد الأخرى، كما في عمود فولتا، بشا يزيد تحمل القوة الدافعة الكهربائية (ق. د. ك.). فإذا وجبت بطاريات على التوالي، فاطمة الواحدة منهما ١.٥ فلف، يكون محمل قوتها الدافعة الكهربائية ٣ فلف. وبأرياد القوة الدافعة الكهربائية تزداد شدة التيار في الدارة الكهربائية. والمصاحح القوية تستخدم أربع بطاريات أو أكثر. إذ حجم البطارية فإنه لا علاقة له بقوتها الدافعة الكهربائية، إذ إن نظرياتها الكهربائية فقط هي التي تحدد ذلك، لكن البطارية الكبيرة تدوم فترة أطول من البطارية الصغيرة من النوع ذاته.

الخلايا الشمسية

الخلايا الشمسية، بخلاف الخلايا العادية، لا تعتمد على الطاقة الكيميائية بل تحول الطاقة الضوئية مباشرة إلى كهرباء. لذا نعرفت أيضا بالخلايا الفوتونية الضوئية. والخلايا الشمسية هي في معظمها دايودات سليكونية. تعمل بعض الحاسبات الحسية الصغيرة بخلايا شمسية، لكن، في بعض الأحيان الثانية البعيدة عن موارد الكهرباء، كالقطب الجنوبي، تستخدم ماطورات ضخمة، تلمس الكثير من الخلايا الشمسية، كمصدر طاقة بديل.



شبكة توصيل من الشمس

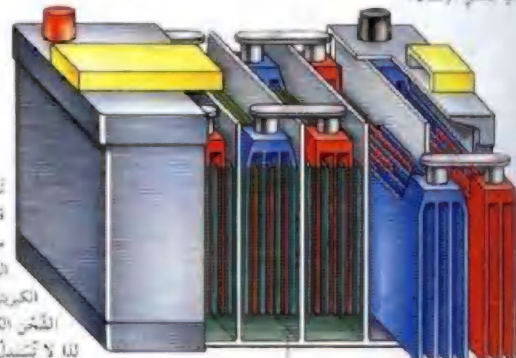
السيارة الكهربائية

تستخدم هذه السيارة بطارية لتشغيل في المدن وهي مرموقة بشهرت بريتي لإلغاء البطارية مشحونة في الرحلات الأطول. هناك حالة لنادج أولية لسيارة كهربائية تعمل بالبطارية فقط، لكل البطارية المستخدمة صممت ولا تدوم طويلا، وعذ الحاجة لشحن البطارية ليلا من الشبكة الرئيسية حين ينفذ صممت الاستهلاك. والميزة الرئيسية للسيارات الكهربائية هي أنها أقل تلوثا للهواء من تلك العاملة بمحرك البنزين أو الديزل، وهكذا تحسن السيارة الكهربائية إحدى الشئ المهمة في معالجة مشاكل التلوث.



بطارية السيارة (المركم)

تستخدم معظم السيارات بطارية خندعا ١٢ فلفا. وتحتوي البطارية ست خلايا تتألف واحدها من صفيحة من الزئاجين وأخرى من ثاني أكسيد الزئاجين مغمورتين في محلول من حامض الكبريتيك خند ٢ فلف. وهذه الخلايا لإعادة الشحن الكهربائي بعد الاستعمال. بخلاف الخلايا الجافة، لا لا تستبدل بطارية السيارة إلا إذا تعطلت. الخلايا التي لا يمكن إعادة شحنها تسمى خلايا الأولية، التي القابلة لإعادة الشحن تسمى خلايا ثانوية. بطارية السيارة مركم سطح مصاصي يند أجهرتها بالقدرة الكهربائية وتعاد شحنته بتبطين في السيارة تدعى الشؤوب



صفحة من ثاني أكسيد الزئاجين مع حامض الكبريتيك. تتولد الكهرباء من تفاعل الصفائح مع حامض الكبريتيك.



الأنقليس الكهربائي

تستخدم جميع الحيوانات شحانات كهربائية حشيلة في أجهزها العصبية والعظمية وينتج بعضها، كالأنقليس الكهربائي (الكترودوروس الكتريكوس) في أمريكا الجنوبية إشارات متدية كهربية قوية ينفذ بها فرائسها. وينفخ العضل الكهربائي لسمك كبير من جسم الأنقليس، ويتألف من عضلات خاضة تشكل فيها الكهرباء حركة الأبروات، وتوفر عند الحاجة دفعة واحدة مؤلفة فلفية عالية لتحيي لصحن وتذويج الشك السامح في الجوار. وقد تعمل الفلعة هذه في بعض أحاس الأنقليس الكهربائي إلى ٦٥٠ فلفا - وهي فلفية قاتلة لبعض الإنسان.

تزيد من المعلومات النظر
الترايبك الكهربائي ص ٢٨
الفيزياء الإلترافية ص ٣٦
أسس الفيزياء ص ٣٩
الكهولة (التحليل بالكهرباء) ص ٦٧
تصادم الطاقة ص ١٢٤
الشحنات ص ١٥٩
القوة ص ١٩٠
المضلات ص ٣٥٥
حقائق ومعلومات ص ٤١٠

الدَّاراتُ الكهربائيَّة



عندما تُضيء مصباحاً كهربائياً، فإنَّك تُكْمِلُ دارةً كهربائيَّةً بسيطةً، تُسري الكهرباء فيها من البطارية، عبرَ المِقْلَادِ (المِفْتَاح) والمُضِلَّةِ ثُمَّ عَوْدًا إِلَى البطارية. فالدارةُ هي المسارُ الذي تتجذُّه الكهرباء؛ وأجزاء هذا المسارِ كُلُّها مُوصَّلةٌ للكهرباء ومُتَّصِلَةٌ ببعضها بعض. والدَّاراتُ الكهربائيَّةُ على نوعين: داراتُ التوالي وداراتُ التوازي. مصباحُ التَّيْبِ الكهربائيُّ مثَلٌ على دارةٍ توازي حيثُ كُلُّ مَقَوِّماتِ الدارةِ مُوصُولٌ الواحِدُ بِلَوِّ الآخر. في دارةِ التوازي تكونُ البطاريَّاتُ أو بعضُ المَقَوِّماتِ الأخرى مُوصُولَةً ببعضها بعض غيرَ بعض. وفي كلا الدارتين، يُمكنُ أَحْسابُ المُضِلَّةِ أو المَقاوِمَةِ أو شِدَّةَ التَّيارِ باستخدامِ قانونِ أوم.

دارةُ تَطْيِيفَةٍ

البطاريَّاتُ الثلاثُ في أعلى الدارةِ المُعَالِمةُ تُنتِجُ جُهدًا مقداره 13.5 فولت لأنَّها مُوصَّلةٌ على التوالي وَجُهدُ الواحدةِ منها 4.5 فولت. إذا نَسَبْنا مُضِلَّةً في سَريِّانٍ تَيارٍ أَشَدَّ مِمَّا يَجِبُ في الدارةِ يُضَعِّفُ البُطْرِيَّةَ ويُتَقَطَّعُ الإمدادُ من البطاريَّات. أحدُ القياساتِ المُتَعَدِّداتِ القياساتِ يعملُ هنا كَمُؤَشِّرٍ لقياسِ شِدَّةِ التَّيارِ السَّارِي في مُضِلَّةٍ بَعْدَ مُسْتَعْدَمِ الآخرِ مُطْلَقًا لقياسِ المُضِلَّةِ عِزَّ مُضِلَّةٍ أُخرى.



الآتِيَّةُ مِقْياسُ ذو عِلْفٍ مُتَحَرِّكٍ مُوصُولٍ على التوالي بِمَقاوِمٍ خَلْفِ المَقاوِمَةِ - بِحَيْثُ أنَّ تَيارَ الدارةِ يَكُونُ لا يُنْتَلِصُ إلَّا وَجِبَ فيها الأَمِيرِ على التوالي.



الْقَطْعَةُ مِقْياسُ ذو عِلْفٍ مُتَحَرِّكٍ مُوصُولٍ على التوالي بِمَقاوِمٍ عَالِي المُقاوِمَةِ هذا المَقاوِمِ يَمْنَعُ سَريِّانِ تَيارٍ كَبِيرٍ في المُضِلَّةِ (أو تَكْثِيرِ أَوْساعِ الدارةِ بِذلك).

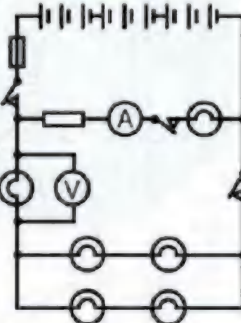
جورج سيمون أوم

أوجَدَ المِيزابائِيَّةُ الألمانِيَّةُ جورج سيمون أوم (1788-1849) العلاقةَ بين شِدَّةِ التَّيارِ الكهربائيِّ والمُقاوِمَةِ وَفَرَقِ الجُهدِ الكهربائيِّ (المُضِلَّةِ) فيما يُعرَفُ بقانونِ أوم - المُعْتَمَلُ بِالمُعادلةِ التالية: $E = IR$ (ف فرق الجُهدِ الكهربائيِّ) \times (المُقاوِمَةُ) $=$ (شِدَّةُ التَّيارِ) \times (المُقاوِمَةُ). وقد شَبَّهَتْ وحِدَةَ قِياسِ المُقاوِمَةِ الكهربائيَّةِ، الأوم، بِاسْمِهِ.



الرَّسْمُ الشَّخْطِيُّ لِلدَّاراتِ

لنُصَلِّحْ مَقَوِّماتِ الدارةِ الكهربائيَّةِ بِرُؤُوسِ مُعَيَّنَةٍ في رَسْمٍ شَخْطِيٍّ يُبَيِّنُ كَافَّةً أَجْزائِها وَتَوْصِيلاتِها بِوضوحٍ بَالِغٍ في الشَّخْطِ المُعَالِمةِ، للدَّارةِ أعلاه، أُعيدَ تَرتِيبُ بعضِ الأسلاكِ لِيسَبِّحَ الرِّسْمُ؛ لِئَنَّهُ ذَلِكُ لا يُؤَوَّلُ أَيْدًا في تَبْيَانِ طَرِيقَةِ عَمَلِ الدارةِ الكهربائيَّةِ.



دوائر التوالي والتوازي

يشري التيار الكهربائي في دائرة كاملة لا انقطاع فيها. ولقد تكون أجزاء أو مقومات الدارة متوصلة على التوالي أو على التوازي. في دائرة التوالي تتصل المقومات واحداً بعد الآخر، تتشارك الأيدي في حلقة، أما في دائرة التوازي فتتصل المقومات بعضها غير بعض.



أصول التخللات البديعة توصل الواحد بآخر من أعضاء الشكل نفسه من تكثر شروخ، أما الشكل الآخر فتتصل الدارة عوداً من آخر السلسلة إلى القابس وحلقة الإمداد.

التوصيل على التوالي

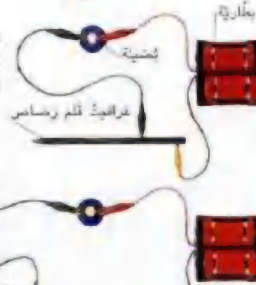
عند وصل المقومات في دائرة على التوالي يزداد حجم المقاومة. فالتيار الشاري من المصدر نفسه في مجموعة من المقومات أحسن بكثير من التيار الشاري في دائرة المقارن الواحد. في بعض أنظمة أنوار التخللات تكون التخللات متصلة على التوالي، فإذا تعطلت واحدة منها، تعطلت كلها.

التوصيل على التوازي

عند وصل المقومات في دائرة على التوازي ينخفض حجم المقاومة. وبذلك تزداد شدة التيار. في مضمار السيارات الكهربائية التي يتم توصيل السيارات على التوالي، وتقلل إزداد عددها ينخفض حجم مقاومتها، ويزداد حجم التيار من المصدر. والسيارات هنا مستقلة بعضها عن بعض، فإذا تعطلت واحدة منها تستمر الأخرى في العمل.

المقاومة

كلما أزدادت المقاومة في دائرة يقل التيار الشاري فيها. وهكذا يمكن التحكم في التيار الشاري في الدارة بمقومات متغير. في الرسم المقابل، يستخدم خافض الصباح نظاماً متغيراً، يتألف من العرافيت في قلم زواضع. للتحكم في المقاومة، يتم تحريك التلامس الأمامي على طول القلب العرافيتي، يغير طول الكربون الذي يسري فيه التيار، فيزداد طول العرافيت في الدارة، تزداد المقاومة ويقل التيار، فينتج التخميد. المقومات المتغيرة الكبيرة المستخدمة لضبط هذا العرض تدعى تابلومات التيار (ريوستاتات).



يشري تيار كبير إذا كانت المقاومة قليلة، متناقص في المقاومة بزيادة مساهم.

يشري تيار أقل إذا صارت المقاومة أكثر، فيقف تيار المقاومة.

مضبط الجهد

مضبط الجهد في جهاز راديو نموذجي هو مقاومة متغير ذو تلامس يترقى على فتحة كربوني عند إصبع المضبط، تملك إشارة صوتية غير المقوم لتتغير عليها أو شدة منها لالتلافق الضوئية، بعد المضبط. وحدها التغير من المقومات المتغيرة يدعى مضبطاً.



ميكانيك السرعة

ميكانيك السرعة في بعض نماذج أنظمة سيارات السباق الكهربائية، يتم التحكم في سرعة كل سيارة بشكلها، فعندما تضغط على الزناد، يترقى تلامس على امتداد مسار متغير، يتحرك على التوالي بمساعدة الإمداد، ويؤدي السيارات، فإن خلقت المقاومة تزداد تباطؤ التيار، فيتحرك السيارة وتزداد، بالتالي، سرعتها.



باستخدام الميكانيك اليدوي يمكن تغيير شدة التيار الشاري، فيتحرك السيارة، فينتج التخميد عن طريق التمرار في المضمار.

يستخدم المضمار اليدوي

لزيادة من المعلومات أنظر

- الكهرباء البديعة ص 128
- الكهرباء المنطقية ص 156
- الكهرباء في البيت ص 161
- حقائق ومعلومات ص 166

أنثريه ماري أمبير

الرياضي والعالم الفرنسي أنثريه ماري أمبير (1775-1843) أخرى تجارت شهرة على السيارات الكهربائية، فأوجد التلامس وسائل ميسرة لقياس شدة التيار الكهربائي الشاري في دائرة كهربائية. وتقديراً لإنشاماته شغيت وخلقت شدة التيار «الأمبير» بأسمه. والأمبير تعادل شريان إلكترون في الثانية.



حوالي 10 x 10¹⁸

الْغُنْطِيسِيَّة

المَغْنِطِيسُ ليس دَبَقًا، لَكِنَّ الأَجْسَامَ الحَدِيدِيَّةَ أو الفولاذِيَّةَ الخَفِيفَةَ تَعْلَقُ بِهِ،
فَهِوَ مُحَاطٌ بِمَجَالٍ قُوَّةٍ لَاقَرْنِيَّةٍ (هِيَ مَجَالُهُ المَغْنِطِيسِي) يُؤَثِّرُ فِي مَوَادٍّ مُعَيَّنَةٍ
بِالقُرْبِ مِنْهُ. لِكُلِّ مَغْنِطِيسٍ قُطْبَانِ جَنُوبِيٌّ وَشَمَالِيٌّ؛ الأَقْطَابُ
الْمِثْلَابَةُ تَتَنَاقَرُ وَالتَّخَالُفُ تَتَجَادَبُ. فِي مَفْهُومِنَا العَادِي، تُنْطَلِقُ
لَفْظَةُ مَغْنِطِيسٍ عَلَى المَغْنِطِيسِ الدَائِمِ (الَّذِي تَحْتَفِظُ
بِمَغْنِطِيَّتِهِ)؛ لَكِنَّ أَيْ قِطْعَةً حَدِيدَ تَتَمَكَّنُ عَلَى مَقْرُبَةٍ مِنْ
مَغْنِطِيسٍ فَتَكْتَسِبُ قُطْبَيْنِ شَمَالِيًّا وَجَنُوبِيًّا وَتُصْبَحُ
مَغْنِطِيسًا. أَوَّلُ اسْتِخْدَامَاتِ المَغْنِطِيسِ كَانَتْ فِي
الرُّبُوعَةِ المَغْنِطِيسِيَّةِ؛ وَاليَوْمَ
تُسْتَعْدَمُ المَغْنِطِيسِيَّةُ فِي طَرِيقِ
وَمَجَالَاتٍ مُتَعَدِّدَةٍ.

مِغْنَطِيسِيَّةُ الْأَرْضِ

المنطقة المحيطة بالمغناطيس والتي تسمى
تأثيره فيها تسمى مجاله المغناطيسي.
وللأرض مجالاً مغناطيسياً كما لو كان
في داخلها قطب مغناطيسي دائم.
ونعزى هذا المجال إلى التيارات المركزية
الحديدية في باطن الأرض.



البُوصلة المغنطية

يُحْدِثُ المِعْطِشُ المُتَوَكِّفُ عَلَى مَوْتِهِ أَجْزَاءَ سَمَائِهِ
حَتَّى يَتَأَثَّرَ بِتَأْثِيرِ المَحَالِّ المِعْطِشِيَّةِ لِلْأَرْضِ. وَنَسْتَعْدِمُ
هَذِهِ الظَّاهِرَةَ فِي التَّوْصِيفَةِ المِعْطِشِيَّةِ؛ لِأَنَّ عَلَى
الْبَحَارَةِ مَرَاعَاةَ أَنَّ التَّوَصِيفَةَ تُشِيرُ فَحَلًّا إِلَى الْقُتْبِ
الشَّمَالِيِّ المِعْطِشِيَّةِ لِلْأَرْضِ، الَّتِي لَا يَطْلُقُ مَوْفَقُهَا
نَاقِبًا عَنِ الْقُتْبِ الشَّمَالِيِّ الجُمْرَانِيِّ.

الأقطاب

يَكُونُ مَعْطِيسٌ فُتَاتٌ شِمَالِيٌّ وَجَنُوبِيٌّ
مَعًا لِلاتِّجَاهِ الَّذِي يَتَّخِذُهُ الْمَاءُ
فِي ظِلِّ الْأَرْضِ الْيَمْعِطِيسِيَّةِ.
الْمَعْرُوفُ أَنَّ الْأَضْطَاءَ الْمُضَادَّةَ
تَتَجَادَبُ وَالْأَطْلَافُ الْمُضَادَّةُ تَتَنَافَرُ
وَأَنْفُكُ الشِّمَالِيِّ لِلْأَرْضِ يَتَّخِذُهُ نَحْوُ
الشِّمَالِ لِأَنَّهُ يَصِفُ الْكُرَّةَ الشِّمَالِيَّةَ
فَهُوَ طَلَبُ مَعْطِيسِيٍّ جَنُوبِيٍّ - يُمْكِنُ
تَيَانُ قُوَى الْجَذَابِ وَالشَّامِلِ فِي
الْمُعْطِيسَاتِ بِشَرَاهُ الْخَلِيدِ.



كُلُّ قِطْعَةٍ مِنْ بَرَادِ الْحَدِيدِ
تَحُولُ إِلَى مَغْنَطِيسٍ صَغِيرٍ
وَتَرَامَقَتْ مَعَ غَيْرِهَا فِي
شَمَالِ الْمَغْنَطِيسِ الْكَبِيرِ.



حول قضيب مغنطيسي

تتطلب ثباته الجيد حول قطب المغنطيس في وسط المجال
وإنما، فظهوره المتأخر مجالاً المغنطيسي. في خطوط المجال
التياء (أو الرحلة عند وضعها قرب المغنطيس، إذ إن تأثير
المجال المغنطيسي بالأرض عليها قليل جداً نسبياً) لنشوء
فيها من قطب المغنطيس.



الشفق القطبي

يحدث القُدُنُ المَغْطِيَانِ لِلأرضِ الجِسْمَاتِ المَحْبُورَةِ المُنْتَمِةِ
مِنَ الشَّمْسِ. عِنْدَمَا تَعْبُدُ هَذِهِ الجِسْمَاتِ الجِسْمَاتِ الغَازِيَةِ فِي
الْجَوِّ يَنْشَأُ ضَوْءٌ مُلَوَّنٌ. فِي بَعْضِ النُّجُومِ الشَّامِلَةِ فِي عَرَضِ الْأَسْوَءِ
الشَّلَوْنَةِ الْهَيَّ هَذَا فِي الْمَاطِقِ الْفَرِيقَةِ مِنَ الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ. وَيَكُونُ
الْبَلَدُ الشَّمَالِيُّ أَوْ الْفَتْحُ الشَّمَالِيُّ.

أو الأحماء القطبية الشمالية.

وتحدثت هذه الطائفة

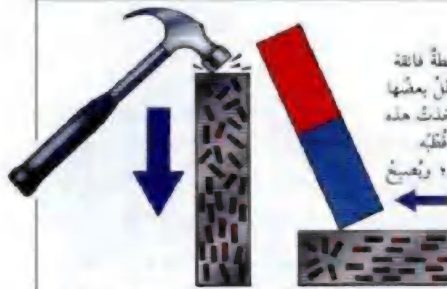
في صلب الكرة المحتوية أيضا

الشواظ الشمسى

بأنستعمل بالبنكريات خاصة ، يستطيع
الملكوتيون تصوير أذقات غاز
الهيدروجين المتواجدة على بعد مئات
الآلاف الكيلومترات فوق سطح الشمس
ويعني هذه الشواطات الشمسية
ويحوي الغاز الصليبي من هذه
الشواطات جسميات متحركة متحركة
تأثر ببعضها الشمس الهائلة
أشواطات شمسية الهائل المتغير هنا
تعد بقدر القوى المغناطيسية

ماهية المغناطيسية

المعتقدُ علميًا أنه داخل قطعة من الفولاذ مثلاً، هناك أحوازٌ مُنغنطة فائقة الدقة تدعى نُقطاً. تُحدّد هذه النُقطُ المُغنطة اتجاهاتٌ مُتباينة، ويَظهر بعضها متعاون البعض الآخر، وتُقلّ قطعة الفولاذ غير مُنغنطة. أمّا إذا أُخذت هذه النُقطُ المُغنطة أحياناً مُوحّداً، فإن قطعة الفولاذ تُصبح مغناطيساً قطبهُ الشمالي في الطرف الذي تُجذب نحوه الأقطابُ الشماليّة لبلّك النُقط، ويُصبح الطرف الآخر قطباً جنوبياً.



مُركّب المغناطيس بمركّبة يُدعى النُقط المغنطة. فبعضها فتتعاون قطباها المتماثلة ويُفقد المغناطيس مغناطيسيته.



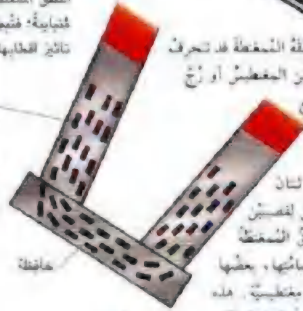
لأنّ الفولاذ يقسبب بمغناطيس يستجيب النُقطُ المُغنطة فيه في اتجاه مُوحّد فيصبح مغناطيساً.

في الفولاذ غير المُنغنط، تُحدّد النُقطُ المُغنطة الدقيقة اتجاهاتٌ مُتباينة، فتُضلل قطباها الشماليّة تأثيراً للقواها الجنوبيّة.



الدّارات المغناطيسية

يُفقد المغناطيس مغناطيسيته تدريجياً إذا ما تُرك على حاله، لأنّ نُقطه المُغنطة قد تحركت عن مواقعها (خاصةً إذا سُخّن المغناطيس أو رُجّ بعمد) وتغيّرت اتجاهاتها. ويُنتج حدوث ذلك نوعٌ قطباً جديد، نشأ حافظاً، بين قطبيّ المغناطيس الجنوبيّ والشماليّ لفصليّين مغناطيسيّين بحيث تبقى النُقطُ المُغنطة في المغناطيس مُتحددة في اتجاهها، بعضها إلى بعض في ما يُشكّل دائرة مغناطيسيّة. هذه الترتيبات بالحفاظات تمنح فداداً المغناطيسيّة.

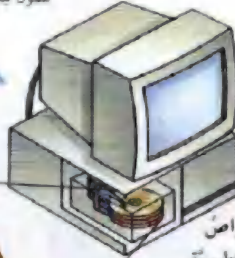


مُغايّات التّبادلات

تُحدّد على التّبادلات أحياناً بطاقات أو مُنوّز - للذكور أو الإناث، سفائط صغيرة، فالمغناطيس الصغير يُشدّ البطاقة أو الورقة أو الدّشنة الصغيرة إلى حديد التّبادلات لأنّ تأثير القوّة المغناطيسيّة يعمل غير المواد التي لا تُستقطب، في التوقّف عليه بعمل جدار التّبادلات (أو التّلاحة) كالحفاظة، تصون مغناطيسيّة المغناطيس.

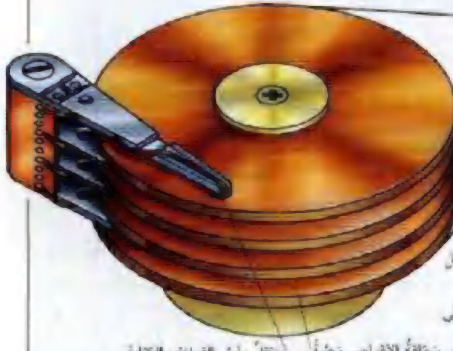


تُحدّد المعلومات على القرص ككتّصات مغناطيسيّة مُنوّزاً واحداً (بالزّشلال) أو صفراً (بالقشّ).



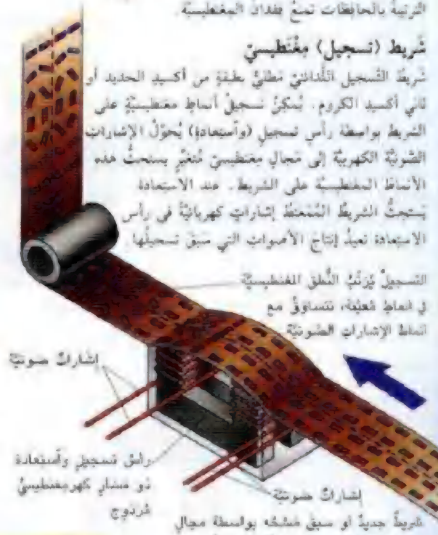
الأقراص المغناطيسيّة

تُختزن الحواسيبُ مُعطيات تُشكّل على أقراصٍ دائريّة مُطليّة بطلاءٍ قابلٍ للمُغنط. تُدخّل المُعطيات إلى الحاسوب على شكل إشاراتٍ كهربيّة كما في المُشغلة الشّريطيّة، فيُدوّم القرصُ ويَمرّز رأسُ التسجيل فوق سطحه مُحوّلاً الإشارات الكهربيّة إلى تَهاتٍ مغناطيسيّة تُترك المعلومات مُختزنة على القرص كأنماطٍ مغناطيسيّة.



يُحتلّ رأس القراءة والكتابة من الأقراص المغناطيسيّة الجنبات المُزوّدة برأس قراءتها وكتابتها خاصّ لكل منها، مُطّلاً ريشتيّ المُصلّ ذو ريشةٍ حديديّة وثلاثيّة حديد غير موصول (فوق) وفلاسي موصول من معدني لا يتصلّط (تحت).

مغناطيس دائريّ على الباب يُشدّ الريشة الحديديّة إلى الألايس الحديدي غير الموصول عندما يكون الباب مُغلقاً.



شريط (تسجيل) مغناطيسي

شريط التسجيل الدائريّ مُطليّ بطلاءٍ من أكسيد الحديد أو ثاني أكسيد الكروم. يُشكّل تسجيل أنماط مغناطيسيّة على الشريط بواسطة رأس تسجيل (وَأستعداد) يُحوّل الإشارات الشّريّة الكهربيّة إلى مجالٍ مغناطيسيّ مُنغمّ يَستجيب هذه الأنماط المغناطيسيّة على الشريط. عند الاستعداد يَستجيب الشريط المُغنط إشاراتٍ كهربائيّة في رأس الاستعداد يُعيد إنتاج الأمواج التي سبق تسجيلها.

التسجيل يُتركب النُقط المغناطيسيّة في العناط فعليّة، تتساوّى مع النماط الإشارات المُشوّدة.

شريط جديد أو سبق مُشغله بواسطة مجال مغناطيسيّ فتُناوب عالي التّردّد يُستبدل بالإشارات المُشغلة سابقاً على الشريط إشارات غير مُسموعة عالية التّردّد.

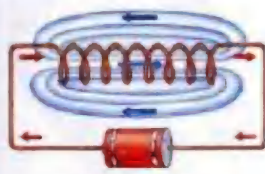
جرسٌ إنذار ضدّ السّفل

يُركّب على أعلى الباب (من الداخل) مغناطيس دائم ومُطّلاً ريشتيّ المُصلّ على الإطار. عندما يكون الباب مُغلقاً، تتصلّب شريحتنا الحديد المغناطيسيّان المُتّويّان بتأثير الجولغيس. وعند فتح الباب، يَبتعد المغناطيس، فترتدّ الشريحة المركّبة حلّاً إنتش الألايس المعدن اللامغناطيسيّ تحتها، مُكبّلة الدّارة الكهربائيّة، فيُقرّع جرسٌ الإنذار.

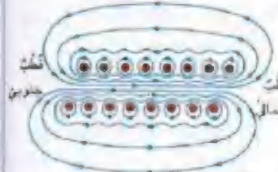


لزيد من المعلومات انظر
التلّيزات الانبثاليّة ص ٣٦
الكهرمغناطيسيّة ص ١٥٦
السّكر كارت الكهربائيّة ص ١٥٨
السّوكلات ص ١٥٩
بنة الأرض ص ٢١٢
السّنس ص ٢٨٤
حفاظ وقطعومات ص ٤١٠

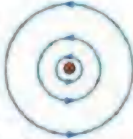
الكهرمغناطيسية



يُؤدّي التيار الكهربائي حثالةً مغناطيسيةً فإذا كان اتجاه التيار متغيراً، فإنّ المجال يتأرجح بالشّارة.



عندما يتغير تيار كهربائي في ملفٍ، يتولّد مجال مغناطيسيّ حوله، نتيجةً لمجال قضيب المغناطيس.

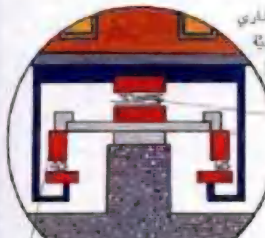


المجال حول ملفٍ سلكي

تتحدّ الحثالات المغناطيسية حول لفات الملف لتكوّن مجالاً أقوى. ولللفات السلكية قطبان شمالي وجنوبيّ كقضيب المغناطيس.

المجال حول سلكٍ يحمل تياراً

يتولّد مجال مغناطيسيّ حول سلكٍ يسري فيه تيار كهربائي. ويمكن الكشف عنه باستخدام برادة الحديد أو البرادة المغناطيسية.



تتصرّف قضيباً سلكياً يحمل تياراً مغناطيسياً كهربائياً، بجائزتي المسار، ومغناطيسات القطار الكهربائيّ، تعمل بالتأثير نفسه.

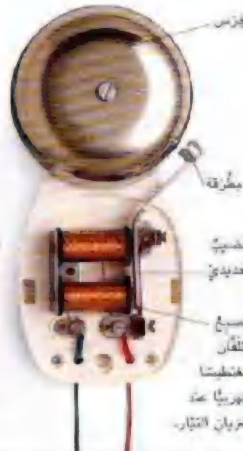


التوسيد المغناطيسي

تُوفّر قطارات التوسيد المغناطيسيّ (الطافية مغناطيسياً) رحلةً هادئةً سلسةً. هذه القطارات لا تدّرج على سكة حديدية بل «تطفو» فوقها بالتوسيد الكهرمغناطيسيّ. يسري التيار عبر المغناطيسات الكهربائية في المسار وفي مغناطيسات القطار، فتولّد مغناطيسيةً ترفع القطار عن الحثالة (التوسيد المغناطيسي).

هانز كريستيان أورستد

لاحظ الكيميائي والفيزيائي الدانمركي، هانز كريستيان أورستد (1777-1851)، أثناء تجاربه على بعض الأجهزة الكهربائية، عام 1820، أنّه عند إمرار تيار قوي في سلكٍ انحرفت إبرة البوصلة القريبة منه، ولم تعد تُشير إلى الشمال. فادرك أنّ التيار الكهربائي تولّد مغناطيسيةً أثّرت على اتجاه الإبرة. وهكذا اكتشف أورستد العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية (الكهرمغناطيسية).



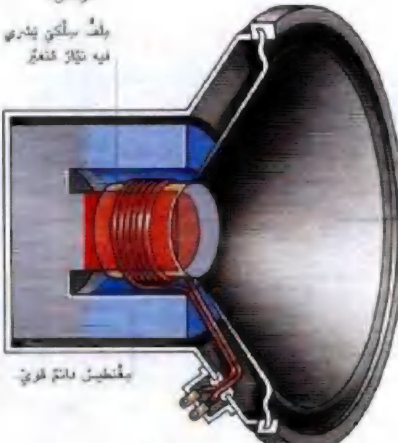
سَقَاطَةُ (مِزْلاج) الباب
يمكنك فتح الباب الخارجي من غير موقعه إذا كان مُجهّزاً بسَقَاطَةِ كهرمغناطيسيّة يتحكّم بها ملفٌ لولبيّ. فعند كسّ زرٍّ من داخل البيت، يسري التيار عبر الملفّ اللولبيّ، ويولّد مغناطيسيةً تُشجّب السَقَاطَةَ الحديديةً إلى داخل الملفّ، فيتمكّن الزائر من فتح الباب. بعددٍ يُعَدُّ ناهضٍ خاصّ السَقَاطَةُ لإنتاج الباب.



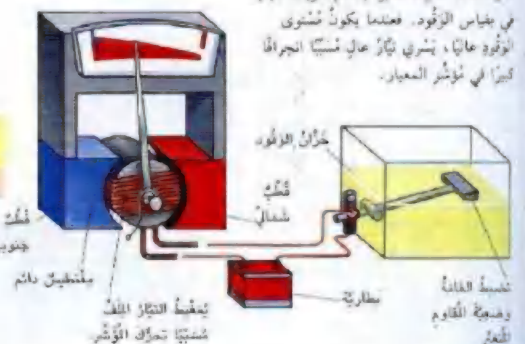
جَرَسُ الباب
جرسُ الباب الكهربائيّ يعمل بالكهرمغناطيسية (الكهرمغناطيسية). فعندما يُرَدّ زائر الجرس، يسري التيار عبر المغناطيس الكهربائي، فيجذب، بحذائه المغناطيسيّ، قضيب حديديّ مُتصلٍ بسطرٍ ويقرع الجرس. حركة القضيب الكهربائيّ هذه تفعّل الدارة، فتزول مغناطيس المغناطيس الكهربائي ويبرّد القضيب الحديديّ إلى موقعه مُعيّناً وصل الدارة. وتكرّر هذه العملية بسرعة بحيث يُسمَع رنين الجرس مُتواصلاً.



الْبِشْجَارُ (مَكَّةُ الصَّوْتِ)
يُحَوِّلُ الْبِشْجَارُ الْإِشَارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةَ إِلَى أَمْوَاجٍ صَوْتِيَّةٍ تُنْزَلُ الْإِشَارَاتِ عَنِ بِلَكِ، خُولُ رَقْعَةٍ قَوِيٍّ مَعْرُوطٍ وَزَقْنٍ، يَحْصِلُ كَبِشْجَارٍ كَهْرَبِيٍّ، عَلَى مَقَرٍّ مِنْ مَغْنَطِيْسٍ دَائِمٍ تَوْنٍ، عِنْدَمَا يَمُرُّ الْتَّارُ فِي اتِّجَاوِ مُعَيَّنٍ، تَدْفِعُ الْقُوَّةُ الْمَغْنَطِيْسِيَّةُ الْبُوقَ الْمَخْرُوطِيَّ وَالْمَغْنَطِيْسِ الْكَهْرَبِيَّ إِلَى الْخَاوِجِ، وَعِنْدَمَا يَمُرُّ الْتَّارُ فِي الْإِتْجَاءِ الشَّعَادِ، يَجْذِبُ الْبُوقَ الْمَخْرُوطِيَّ إِلَى الدَّائِلِ، وَذَهَبَاتِ الْبُوقِ الْمَخْرُوطِيَّ هذه تُولَّدُ أَمْوَاجًا صَوْتِيَّةً.



كَاشِفُ الْفِلْزَاتِ
فِي بَعْضِ الْمَطَارَاتِ، قَدْ بَتَوَجَّهَتْ عَلَيْكَ الْمَرْوَرُ عَنِ نِجَالٍ قَطْرِيٍّ كَاشِفِ الْفِلْزَاتِ فِي طَرِيقِكَ إِلَى الْمَطَارَةِ، تَوَجَّهْ دَاخِلَ النِّجَالِ بِأَلْقَاتِ سَلْكِيَّةٍ كَبِيرَةٍ تَحْمِلُ تَأْرَافَ كَهْرَبَائِيٍّ، فَإِذَا غَبَرَ شَخْصٌ بِحِيلِ مُسْتَسَدٍّ مَثَلًا، يَمُرُّ فَالْ شَخْصُ كَهْرَبَعِيَّةً مَغْنَطِيْسِيَّةً، فَيَكْتَشِفُ النِّجَالُ هذا الْخَبِيرَ وَطَلَقَ الْإِنْذَارَ.



لِزِيدِ مِنَ الْعُلُومَاتِ أَنْظُرْ
الكَهْرَبَاءُ التَّارِيَّةُ مِنْ ١٤٨
الْمَغْنَطِيْسِيَّةُ مِنْ ١٥٤
الصَّوْتُ مِنْ ١٧٨
حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ٤١٠

المحركات الكهربائية

تشير الإبهام إلى
اتجاه حركة الملف.



قاعدة اليد اليسرى

يمكنك تحديد اتجاه الحركة لسلك يحمل تياراً كهربائياً في مجال مغناطيسي بتطبيق قاعدة اليد اليسرى. لجعل الإبهام والسبابة والوسطى من أصابعك يدك اليسرى في وضع متعامد إحداها مع الآخرين، كما هو مبين في الشكل.



١- يشاري التيار في الملف. فيدفع جانبه الأيمن إلى أسفل وجانبه الأيسر إلى أعلى، فتدفع المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم وفقاً لقاعدة اليد اليسرى للمحرك.

محرك بسيط

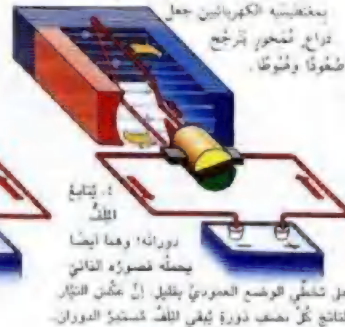
في المحرك الكهربائي البسيط يتم إمداد الملف بتيار مستمر من قضيبين كربونين قصيرين هما القطب الجنوبي، يقع الصلف بين قطبي مغناطيس دائم شمالي وجنوبي، حيث يعمل تيار مجالي الملف والمغناطيس الدائم على دفع الملف للدوران. ولتوصلة الدوران، يمكن أن تكون التيار في الملف كل نصف دورة بواسطة عاكس للتيار يدعى المبدل. وبذلك فإن الملف المستدير، يُدار المحرك.



٢- يشاري التيار في الملف. فيدفع جانبه الأيمن إلى أسفل وجانبه الأيسر إلى أعلى، فتدفع المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم وفقاً لقاعدة اليد اليسرى للمحرك.

جوزيف هنري

البرياني الأمريكي جوزيف هنري (١٧٩٧-١٨٨٧) قام باكتشافات مهمة في مجالات الكهرومغناطيسية. فحسب تصاميم المغناطيس الكهربائي، وصنع أول محرك كهربائي عام ١٨٢٩. استطاع

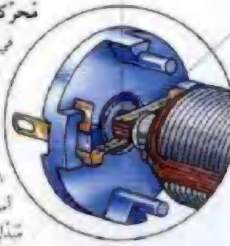


٣- يشاري التيار في الملف. فيدفع جانبه الأيمن إلى أسفل وجانبه الأيسر إلى أعلى، فتدفع المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم وفقاً لقاعدة اليد اليسرى للمحرك.

ينقل المبدل الكهرباء من الفروع حتى فيحضر الملفات المشككة تتابع دوراتها في الاتجاه الصحيح.

تحركات متعددة الأقطاب

في المحرك البسيط، تكون قوة التدوير إمداد بحيل تياراً هي الأشد عندما تكون لفائفه متعامدة مع المجال المغناطيسي. والاضعف عندما تكون لفائفه متعامدة مع هذا المجال. لكن معظم المحركات الكهربائية تحوي عدة ملفات تنتج قوة تدوير أعلى. ويُمدد التيار إلى الملفات بواسطة مبدل متعدد القطع.



شواك دائرة توصل المدا الكهربائية من خط الشبكة إلى مبدل المحرك.

اللفائف الملتفة حول قلب حديدية تعمل كمغناطيس كهربائية، وهي موصولة بمبدل المحرك.



دواليب القاطرة النموذج تتلقى الدماء الكهربائية من خط الشبكة الكهربائي.

القطار النموذج

يتميز محرك كهربائي هذه القاطرة النموذج بتلقي دواليبها الكهربائية من خط الشبكة الكهربائي بواسطة أسلاك تعمل الدواليب بترانز فريز ولايس مبدل المحرك. حاليًا وحدة تحكم يمكنها تغيير الملفات التي تُمدد بها خط الشبكة. وبأرتفاع القطعة يشغل المجال المغناطيسي لملفات المحرك، وهذا يعني قوياً أسرع للمحرك وزيادة في سرعة القاطرة.



مغناطيس دائم يولد مجالاً مغناطيسياً تدور فيه الملفات المشككة.

لزيد من المعلومات انظر

- الفرق والحرك من ١٢٠
- المحركات من ١١٣
- الكهرباء والتيار من ١١٨
- الكهرومغناطيس من ١٠٦
- حقائق ومعلومات من ٤١٠

المُولِّدَات

تُشِيرُ الإِصْبَاحُ إِلَى
أَتَّجَاهِ الْحَرَكَةِ.

تُشِيرُ السَّيْلَةُ إِلَى
أَتَّجَاهِ الْحَالِ
الْمَغْنِطِيَّةِ.

تُشِيرُ الْإِصْبَاحُ إِلَى أَتَّجَاهِ
سَرِيانِ التَّيَّارِ الْمُوَلَّدِ.

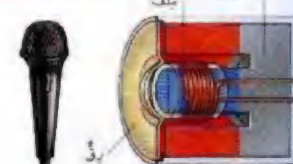
قَاعِدَةُ الْيَدِ الْيُمْنَى

تُمْكِنُكَ تَعْدِيدُ أَتَّجَاهِ سَرِيانِ التَّيَّارِ الْمُوَلَّدِ فِي مَوْضِعٍ عِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ فِي مَحَالٍ مَغْنِطِيَّةٍ بِطَبِيقِ قَاعِدَةِ الْيَدِ الْيُمْنَى لَعَلِمَج. فَنِي وَضْعُ الْعَاطِمِ الْثَلَاثِي لِأَصَابِعِ الْيَدِ الْيُمْنَى كَمَا هُوَ مَبْنِي، تُشِيرُ الْإِصْبَاحُ إِلَى أَتَّجَاهِ الْحَرَكَةِ، وَالسَّائِلَةُ إِلَى أَتَّجَاهِ الْمَجَالِ، وَالْوَسْطَى إِلَى أَتَّجَاهِ التَّيَّارِ الْمُوَلَّدِ.

يُطَلِّقُ سَيْلَتِي
مَغْنِطِيَّةً دَائِمَةً
(قَطْبُ عَكْسِي)

مُوَلَّدُ التَّيَّارِ الْمُسْتَمَرِّ

فِي مُوَلَّدِ التَّيَّارِ الْمُسْتَمَرِّ هَذَا، يُدَارُ الْبِلَيْتُ بَيْنَ قَطْبَيْ مَغْنِطِيَّةٍ دَائِمَةٍ، فَيُتَكَسَّرُ أَتَّجَاهُ التَّيَّارِ الْمُوَلَّدِ فِي الْبِلَيْتِ كُلِّ بَعْضِ دَوْرَةٍ، لِأَنَّ كُلَّ جَانِبٍ مِنْهُ يَتَرَفَّعُ بِالتَّوَابِ طُغُوقًا ثُمَّ مُنْوَصًا مَعَ الْمَحَالِ الْمَغْنِطِيَّةِ، وَهَكَذَا فَإِنَّ التَّيَّارَ السَّائِرَ فِي الْبُيْضِيَّةِ هُوَ تَيَّارٌ مُسْتَمَرٌّ، لِأَنَّ السَّيْلَةَ تَتَلَوَّى التَّوَصُّلَاتِ كُلِّ بَعْضِ دَوْرَةٍ.



مَيْكْرُفُونٌ دَوَّارٌ مُتَحَرِّكٌ

يُوَلِّدُ الْمَيْكْرُفُونُ إِشَارَاتٍ كَهْرَبَائِيَّةً مِنَ الْأَمْوَاجِ الصَّوْتِيَّةِ فِي الْمَيْكْرُفُونِ ذِي الْبِلَيْتِ الْمُنْتَحَرِكِ، تَصْبِيغُ الْأَمْوَاجِ الصَّوْتِيَّةِ الرَّقْطُ قَطْرًا مِلَاقًا مُرْتَفَعًا بَيْنَ قَطْبَيْ مَغْنِطِيَّةٍ دَائِمَةٍ، وَهَكَذَا فَإِنَّ الْفَلْطِيَّةَ الْمُنْتَحَرِكَةَ فِي الْبِلَيْتِ تَتَغَيَّرُ شِدَّةً وَتَرْدَدًا نَقْعًا لَتَبْدَأَ وَتَرْدَدُ الْأَمْوَاجِ الصَّوْتِيَّةِ.

مَائِكِلُ فَارَادِي

مَائِكِلُ فَارَادِي (١٧٩١-١٨٦٧) أَبْرَزُ خَلَّادِ الْإِنْكَلِيزِيِّ. عَمِلَ فِي صِبْيَانِهِ كَشَّاحٍ كُتِبَ، فَاسْتَهْوَتْهُ الْكُتُبُ الْعِلْمِيَّةُ الَّتِي كَانَ يُجَلِّدُهَا. وَدَفَعَتْهُ إِلَى دِرَاسَةِ الْفِيزِيَاءِ فَالْجَزَّ فِيهَا أَكْثِشَافَاتٍ عَدَّةً. فِي عَامِ ١٨٢١، أَكْثَشَفَ فَارَادِي إِمْكَانِيَّةَ إِتْجَاحِ حَرَكَةِ دَوَّارِيَّةٍ بِالْكَهْرَبَاءِ - وَهِيَ الْمَبْدَأُ الَّذِي نَقُومُ عَلَيْهِ الْمُحَرِّكَاتُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ الْيَوْمَ. وَفِي عَامِ ١٨٣١، بَيَّنَّ أَنَّ الْحَرَكَةَ النَّسْبِيَّةَ بَيْنَ مَغْنِطِيَّةٍ وَبِلَيْتٍ مُمْكِنُهَا أَنْ تُسْجَنَ الْكَهْرَبَاءِ فِي الْبِلَيْتِ - وَهِيَ الْفِكْرَةُ الَّتِي أَدَّتْ إِلَى إِتْجَاحِ الْمُوَلَّدَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ الْحَدِيثَةِ.

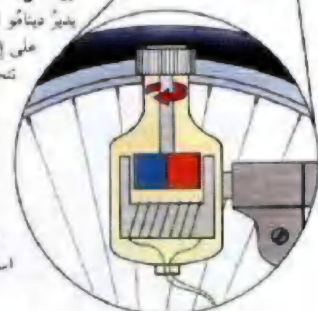


الْكَهْرَبَاءُ الَّتِي نَسْتَحْدِثُهَا يَوْمِيًّا تُوَلَّدُهَا مَكِينَاتٌ قَوِيَّةٌ تُدْعَى مُوَلَّدَاتٌ، وَهِيَ تَعْمَلُ بِطَرِيقَةٍ مُعَاكِسَةٍ لَعَمَلِ الْمُحَرِّكَاتِ - إِذْ تُحَوِّلُ الْحَرَكَةَ إِلَى كَهْرَبَاءٍ. يَتَعَمَّدُ عَمَلُ الْمُوَلَّدَاتِ عَلَى مَبْدَأِ الْحَثِّ الْكَهْرَمَغْنِطِيِّ، الَّذِي مَقَادُهُ أَنَّ الْكَهْرَبَاءَ تُوَلَّدُ فِي مُوَصِّلٍ يَتَحَرَّكُ عَبْرَ مَجَالٍ مَغْنِطِيَّةٍ، أَوْ عِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ مَجَالٌ مَغْنِطِيٌّ أَوْ تَتَغَيَّرُ شِدَّتُهُ عَلَى مَقَرَّةٍ مِنْ مُوَصِّلٍ. وَتُسْتَعْدَمُ الْمُوَلَّدَاتُ الْكَبِيرَةُ فِي مَخَطَّاتٍ تُؤَلِّدُ الْقُدْرَةَ لِإِتْجَاحِ الْإِمْدَادِ الرَّئِيسِيِّ الَّذِي يُوزَّعُ عَلَى الْمَنَازِلِ وَالْمَصَانِعِ. وَتُدَارُ الْمُوَلَّدَاتُ بِوَسَائِلٍ مُخْتَلِفَةٍ كَالْثَّرْبِينَاتِ الْبَحَارِيَّةِ أَوْ الْمَائِيَّةِ أَوْ الْهَوَائِيَّةِ. أَمَّا الْمُوَلَّدَاتُ الصَّغِيرَةُ الْمَعْرُوفَةُ بِالْدِينَامُوتِ فَتُسْتَعْدَمُ لِتَرْوِيدِ مَصَابِيحِ الدَّرَاجَاتِ بِالْقُدْرَةِ.



دِينَامُو الدَّرَاجَةِ

يَدِيرُ دِينَامُو الدَّرَاجَةِ دَوَّلَاتٍ صَغِيرَ مُضْرَسٍ يُضَخِّطُ عَلَى إِطَارِ عَجَلَةِ الدَّرَاجَةِ الْخَلْفِيَّةِ. قَعْدَمَا تَتَحَرَّكُ الدَّرَاجَةُ، تَدَوَّرُ الْعَجَلَةُ وَتَدَوَّرُ مَعَهَا دَوَّلَاتُ الدِينَامُوتِ الْمُضْطَرَسِّ مُدَوَّرًا مَغْنِطِيًّا دَائِمًا قَرَبَ بِلَيْتٍ مَلْفُوفٍ خَوْلَ قَلْبٍ حَدِيدِيٍّ. وَيَقْعَلُ تَغْيِيرُ الْمَجَالِ الْمَغْنِطِيِّ لِلْمَغْنِطِ الدَائِمِ، تُوَلَّدُ الْكَهْرَبَاءُ فِي أَسْلَافِ الْبِلَيْتِ - أَيْ إِنَّ التَّأَثُّرَ الْكَهْرَمَغْنِطِيَّ اسْتَحَثَّ قُلْعِيَّةً فِي الْبِلَيْتِ.



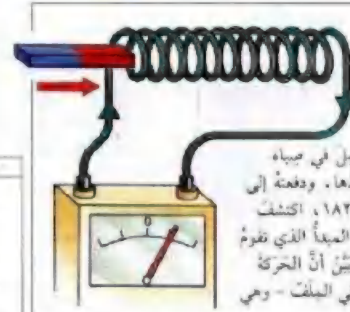
الْمُتَوَبِّ



الْمُوَلَّدُ الَّذِي يُنْجِ تَيَّارًا مُتَرَفِّعًا يُدْعَى الْمُتَوَبِّ. هُوَ التَّوَصُّلُ الْبَسِيطُ الْمُنْغَالِمْ بِدَوَّرٍ بِلَيْتٍ سَلْكَوِيٍّ بَيْنَ قَطْبَيْ مَغْنِطِيَّةٍ دَائِمَةٍ، فَيُوَلِّدُ تَيَّارًا فِي السَّيْلَةِ يُشْمَلُ إِلَى الْبُيْضِيَّةِ بِوَاسِطَةِ بَرَجُولِي الْكَرْبُونِ. وَيَتَأَثَّرُ التَّيَّارُ السَّائِرُ فِي الْبِلَيْتِ وَالْبُيْضِيَّةِ (مُتَغَيَّرًا أَتَّجَاهَهُ) بِاسْتِمْرَارٍ، فَيَنْشَأُ تَيَّارًا مُتَوَابًِّا أَوْ مُتَرَفِّعًا.

يَتَوَلَّدُ التَّيَّارُ الْمُنْتَحَرِكُ فِي سَيْلَتَيْنِ شَائِرِي بِالْأَتَّجَاهِ وَاحِدٍ فَكُلٌّ.

يَتَوَلَّدُ التَّيَّارُ الْمُنْتَحَرِكُ فِي مُتَوَابِّاتٍ شَائِرِي أَوَّلًا بِالْأَتَّجَاهِ، ثُمَّ لِي الْأَتَّجَاهِ الْمَعَاكِسِ.



لِزْمِدٌ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْغَضَرِ

الطَّاقَةُ الصَّوْتِيَّةُ ص ١٣٦
الْمُحَرِّكَاتُ ص ١٤٣
الْكَهْرَمَغْنِطِيَّةُ ص ١٥٦
إِخْدَافَاتُ الضَّوْثِ وَشَافَاةُ ص ١٨٢
الْقُوَّةُ الْكَهْرَمَغْنِطِيَّةُ ص ١٩٢

الإمداد الكهربائي

المقابس الجدارية في البيت أو المكب أو المصنع تزودنا بالكهرباء لأنها
موصولة بشبكة الإمداد من محطات القدرة الكهربائية. في محطة القدرة تُدارُ
التريناث بالقدرة البخارية أو المائية أو بقدرة الرياح. وهذه التريناث تُديرُ
المولدات الكهربائية، مُحولة طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية. معظم المولدات
هي من نوع التوربينات التي تُنتج تيارًا كهربائيًا متناوبًا. التيار المتناوب أكثرُ
ملاءمةً لمختلف الاستعمالات من التيار المستمر لأنَّ فُطْطَنَهُ يمكنُ تغييرها
بالمحولات رُفْعًا أو خُفْضًا. وهكذا يمكنُ إمداد المصانع والمكاتب والمنازل
بفِطْطَنَاتٍ مُختلفة حسب الحاجة.

أبراج القدرة

الطريقة الأقل تكلفة لتوزيع الكحول
الكهربائية في طول البلاد وعرضها
هي تعليقها من أعمدة برنجية
وتعزل الكحول عن محملها جيداً
لمنع سقوطه التباد إلى الأراج
وفي الضمد يجرى توزيع الكحول
غالباً في أنابيب عظيمة.

إحصاءات التوظيف المحفوظ
القطري من ١٢٢,٠٠٠ قلم
إلى ٢٢,٠٠٠ قلم.

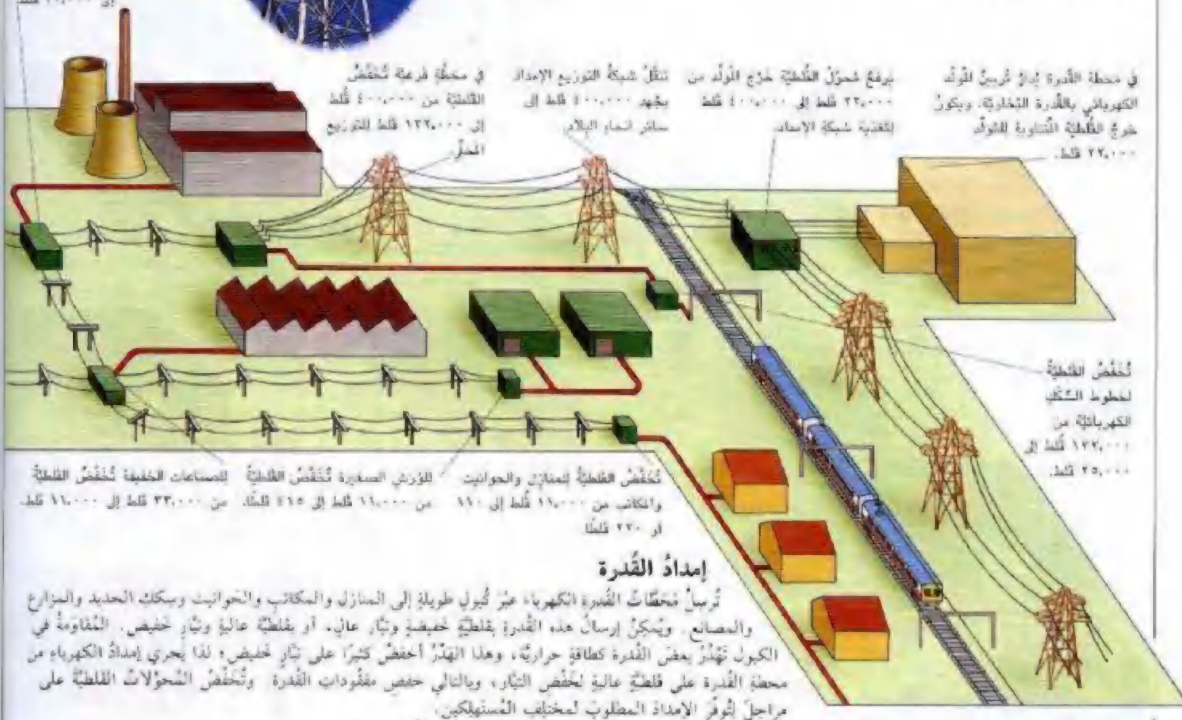


حَقِيقَةُ فَرْعَةِ مُخْتَصِرٍ
ثَلَاثَةٌ مِنْ غُلَامٌ
١٢٢.٠٠ غُلَامٌ الْقَوْمِ رَاجِعُ

نقل شبكة التوزيع الإمداد
بجهد 100,000 ملط إلى
سائر أنحاء البلاد

يرفع شعور العُلمانية خروج الولد من
٢٢٠٠٠ قسط إلى ١٠٠٠٠ قسط
لتغذية شبكة الاسماء

في محطة القدرة بدار فريسي الموقر
الكهربائي بالقدرة البخارية. ويكو
خروج الطاقة المتساوية للشوق
٢٢٠٠ طن.



إمداد القدرة

ترسب محطقات القدرة الكبرياءية من قبل طول إلى المنازل والمكاتب والتجارات وسبائك الحديد والمزاج والصانع. ويمكن إرسال هذه القدرة بقلطية خفيفة وتيار عالي أو بقلطية عالية وتيار خفيض. المأهولة في الكول تهدر بعض القدرة كطاقة حرارية، وهذا القدر أخفض كثيرا على تيار خفيض. لذا يجري إمداد الكبرياء من محطة القدرة على قلطية عالية خضراء التيار، وبالتالي خضراء مفقودات القدرة. وتُخفف الضغوطات القلطية على مراحل لتوفر الأفضد المطلوب للمستعملين.



المُحوَّلَات

تَوَجَّهْتُ فَخَضْتُ الْفَلْطَاتِ الْعَالِيَةِ مِنَ التَّجَوُّلِ بِالْمُحَوَّلَاتِ إِلَى
مُسْتَوَاتِ الْأَسْتِخْدَامِ فِي السُّبُوتِ، بِنَاءً لِلْمَحَوَّلِ الْبَسِيطِ مِنَ
مَقْصُودِ سَالِكِيهِ مَتَوَكِّفٍ خَوَلُ الْقَلْبِ الْحَدِيدِيِّ نَفْسَهُ، الْفَلْطَةُ
الْمُتَوَاتِرَةُ الْمُسَاعَدَةُ عَلَى الْهَلْفِ الْإِشْغَالِي فِي الْمَحَوَّلِ تَوَلَّدَتْ
مُتَخَالِفَةً بِطَبَقَةٍ مُتَغَيِّرَةٍ فِي الْقَلْبِ الْحَدِيدِيِّ، وَهَذَا يَسْتَحْتَجُّ
فَهْمَةً مُتَابِرَةً فِي الْهَلْفِ التَّالِي.

نَقُولَا نَسْلَا

عام ١٨٨٧، سَجَّلَ السُّخَّرُ
الأمريكي قولاً بنبأ (١٨٥٦-
١٩٤٣) براعة اختراع لمظومة توليد
وتوزيع للتيار المتردد، تفوقت على
مظومة رئيسه السابق توماس إديسون
بهد التَّيَّار المتردد. وكان الرِّبْلَانِ
أُتِلَ جائرة نوبل مشاركة بينهما عام
١٩٠٧ ليعكس له أثره علاقة باديسون
بهما.



لزيادة من المعلومات أنظر

القدريات الوضعية ص ٣٨
الشغل والطاقة ص ١٣٢
تصادم الطاقة ص ١٣٤
المخلايا والقدريات ص ١٥٠
المركبات ص ١٥٩
حقائق ومعلومات ص ٤١٠

الكهرباء في البيت

صَمَجَةُ النُّورِ الكهربائي

تضمُّ مُعْظَمَ الصَّمَجَاتِ الكهربائيَّةِ سِلْكًا رَافِعًا مِنَ التَّنْجِثِ يَدْعَى الفِئِلَةَ، مُرْتَبِطًا بِدَاخِلِ مُصْبِيَةٍ زَاجِجِيَّةٍ تُحْكَمُ السَّدُّ. فَعِنْدَمَا يَسْرِي التَّيَّارُ فِيهَا تَتَوَلَّجُ الفِئِلَةُ بِدَرَجَةِ الْإِبْيَاضِ وَتُسَبِّغُ بِالنُّورِ. وَالفِئِلَةُ تَدُومُ طَوِيلًا دُونَ أَنْ تَحْتَرِقَ، لِأَنَّ السَّمَكَةَ لَا تَحْوِي الْأَكْسِجِنَ (الَّذِي يُلَاحِظُ).



الَّذِينَ تَتَّحُ لَهْمُ الكِهْرِبَاءُ بِكَيْسَةٍ زُرُّ أَوْ بِإِدَارَةِ مِقْلَادٍ (مِفْتَاحٍ) قَدْ يَتَسَاوَنُ مِقْدَارَ اعْتِمَادِ الْإِنْسَانِ الْمُعَاوِرَ عَلَى الكِهْرِبَاءِ. فَالْإِمْدَادُ الكِهْرِبَائِي، الْأَتِي مِنْ مَحْطَّةٍ قُدْرَةُ نَائِيَّةٍ، يُسَيِّرُ أُمُورَ يُونَنَّا، وَإِذَا مَا طَرَأَ غَطْلٌ يَوْفِقُهُ، تَشْعُرُ كَمْ هِيَ الْحَيَاةُ صَعْبَةٌ بِدُونِهِ. فَالعَدِيدُ مِنْ وَسَائِلِ الْعِيشِ وَأَجْزَاءِ الْمَنْزِلِ يَتَعَطَّلُ - تَنْتَقِي الأَنْوَارُ، فَنَتَلَمَّسُ الشَّمْعَ، التَّلْفَاظُ لَا يَعْمَلُ، فَتَلْجَأُ إِلَى رَادِيُو بَطَارِيَّةٍ يَتَسَبَّحُ الْأَحْدَاثُ، وَالدَّقَائِقُ وَالْمِرَادَاتُ وَالْمَكَيِّمَاتُ وَالْغَسَالَاتُ وَالْجَلَّيَاتُ وَالْمُجَفَّاتُ وَالْأَفْرَانُ الكِهْرِبَائِيَّةُ تَعْجُزُ عَنْ أَدَاءِ وُظَائِفِهَا، وَالكُلُّ يَنْتَظِرُونَ الْفَرْجَ بِعُودَةِ التَّيَّارِ الكِهْرِبَائِي إِلَى الْبَيْتِ!

الدَّارَاتُ الكِهْرِبَائِيَّةُ الْمَنْزِلِيَّةُ

الْإِنْدَادُ الكِهْرِبَائِي الْوَارِدُ إِلَى مَنْزِلِنَا يَمُرُّ أَوَّلًا بِمِصْرَاضٍ رَافِعٍ، وَهِيَ يَسْرِي إِلَى عِدَادٍ يَلْقِى كَيْسَةَ الكِهْرِبَاءِ الَّتِي نَسْتَهْلِكُهَا. وَتَوْضِلُ وَحْدَةُ اسْتِهْلَاكِ فِي الْجَانِبِ الْآخَرَ مِنَ الْعِدَادِ تَحْرِي فُضَاءَهُ (أَوْ قَوَاعِ دَارَاتٍ) تَقِي دَارَاتِ الْمَنْزِلِ.

أَجْزَاءٌ مُخْتَلِفَةٌ تُقَدَّرُ مِنَ الْمَقَاسِ الْجَدَارِيَّةِ.

الْقَوَاسِمُ وَالْمَقَاسُ

تُقَدَّرُ الْأَجْزَاءُ الكِهْرِبَائِيَّةُ مِنْ مَخْلُوعِ الْإِمْدَادِ الكِهْرِبَائِي. وَنَسَبُ ذَلِكَ بِإِبْلَاحِ قَاسِمٍ مِنَ الْجِهَانِ، مُتَوَافِقٍ النِّسْبَةِ، فِي مَقَاسٍ يُصَلُّ بِمَخْلُوعِ الْإِمْدَادِ، وَتُسْتَعْمَلُ الْبِلْدَانُ الْمُخْتَلِفَةُ الْوَلَاةَ رُسْمِيَّةً مُخْتَلِفَةً لِأَسْلَافِ التَّمْيِيزَاتِ الكِهْرِبَائِيَّةِ.



فِي أَسْهَلِ أَنْطَقَةِ الْإِمْدَادِ الرَّاسِيَّةِ، يَسْتَعْمَلُ سِلْكًا لِفَتْحٍ لِمَا يَكْفِي بِالْقَوَاسِمِ ثَلَاثَ الْفَيْشَلَاتَيْنِ وَمَقَاسِهَا.



فِي الْعَدِيدِ مِنْ فَنَلَةِ الْإِمْدَادِ الرَّاسِيَّةِ هُنَاكَ سِلْكٌ ثَلَاثٌ يَدْعَى سِلْكُ الْفَنْزِيَّةِ، وَيُوصَلُ هَذَا بِقَضِيْبٍ مُعَوَّضٍ عُرْوَضٍ، لِإِشْعَانِ عَدَمِ حُصُولِ صَدْمَةٍ كِهْرِبَائِيَّةٍ يَكُونُ أَوْ تُحْدِثُهَا أَجْزَاءٌ مُكَشَّوْفَةٌ تَكُونُ فِي الْجِهَانِ.



بَعْضُ الْقَوَاسِمِ شَرَوْذٌ بِمُصَاهِرٍ، فَإِذَا رَأَى النَّتَّارُ السَّارِي فِي الْجِهَانِ خِطِّ الْفَنْزِ، يَنْصَبُّ مِصْبُوحَ الْقَاسِمِ، وَيَسْلُكُ الْمِصْبُوحَ (أَوْ فَاعِلَ الدَّارَةِ) الرَّاسِيَّةِ فِي وَحْدَةِ اسْتِهْلَاكِ، تَنْشَعُ الْفُتْرَةُ لِمُنَاحَةِ فِي الْمَقَاسِ الْآخَرِي.

لِزِيْدٍ مِنَ الْعُلُومَاتِ أَنْظُرْ

- الشُّعْلُ وَالطَّاقَةُ ص ١٢٢
- الكِهْرِبَاءُ الْبَارَاتُ ص ١٤٨
- الْخَلَايَا وَالْبَارَاتُ ص ١٥٠
- الدَّارَاتُ الكِهْرِبَائِيَّةُ ص ١٥٢
- مُصَاهِرُ الطَّوْفِ ص ١٩٣
- حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١٠

يُصْبَرُ هَذَا الشُّعْلُ مُتَمَلِّجٌ قُدْرَةُ الكِهْرِبَائِيَّةِ.

الْمِصْبُوحُ سِلْكٌ، دَاخِلٌ غِلَابٍ عَزَلٍ، يُؤَلَّفُ لِلْحَقْلَةِ الْأَسْعَفِ فِي قُدْرَةِ الكِهْرِبَائِيَّةِ. وَهُوَ يَنْصَبُّ أَوْ يَسْرَقُ بِأَمَانٍ عِنْدَ الارتفاعِ الْمُرْتَبِطِ لِلْقَارِ. وَالْمُصَاهِرُ شَتَاوْفَةٌ بِقِيَاسَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ لِاحْتِمَالِ تَبَارُجِ شُخْطَةِ الشُّعْلَةِ.



فَاعِلُ الدَّارَةِ بِفِلَادُ كِهْرِبَائِيَّةٍ يَفْعَلُ التَّيَّارَ عِنْدَمَا تَتَجَاوَزُ سِلْكُهُ الْحَدَّ الْمُسْمُوحَ بِهِ.

وَقَايَةُ النَّارَةِ الكِهْرِبَائِيَّةِ

قَدْ تَنَسَّبَ الكِهْرِبَاءُ غَرَضًا بِالْحَرَارَتِ الْفَرْطِ إِحْمَاءِ أَحَدِ الْأَسْلَاقِ حَتَّى دَرَجَةِ الْإِحْمَارِ. وَيَعْدُثُ هَذَا غَالِبًا سَبَبٌ عَطْلِيٌّ يَفْعَلُ الدَّارَةَ فَتَتَجَاوَزُ التَّيَّارَ السَّارِي الْحَدَّ الْمُسْمُوحَ بِهِ. وَلِمَنْعِ حُدُوثِ ذَلِكَ تُوفَى الدَّارَاتُ الْمَنْزِلِيَّةُ بِالْمُصَاهِرِ أَوْ الْقَوَاسِمِ الَّتِي تَفْعَلُ التَّيَّارَ إِذَا مَا بَلَغَتْ شِدَّتُهُ حَدَّ الْخَطَرِ.

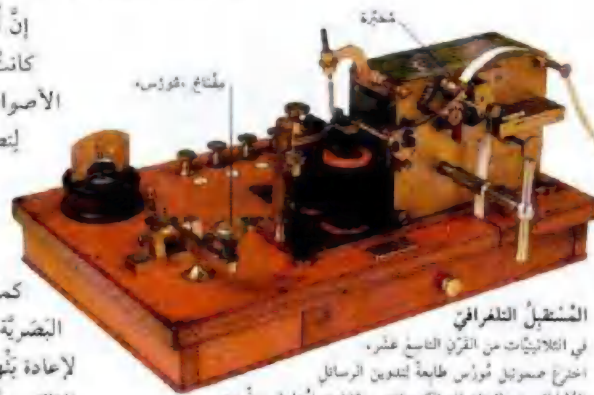


الْفُتْرَةُ وَالطَّاقَةُ

الْفُتْرَةُ، أَيُ مُعَدَّلٌ اسْتِخْدَامُ الطَّاقَةِ، تَقَاسَرُ بِالْوَاقِ. فَعِنْدَمَا يَسْرِي الكِهْرِبَاءُ فِي مُقَاوِمٍ، يُحْكَمُ احْتِسَابُ الْفُتْرَةِ بِفَرْطِ الْفَاعِلَةِ فِي شِدَّةِ التَّيَّارِ. فَإِذَا كَانَتْ شِدَّةُ التَّيَّارِ ٤ أَشْبِيرَ فِي دَارَةِ مَوْقِفٍ يَعْمَلُ عَلَى قَاعِلَةِ ٢٢٠ فِلَادُ، تَكُونُ الْفُتْرَةُ ٨٨٠ وَاط. إِذَا تَحَمَّلَ الطَّاقَةُ الشُّتْهَلَةَ، فَهُوَ حَاصِلُ فَرْطٍ الْفُتْرَةِ فِي زَمَنِ تَشْعِيلِ الْفُتْرِ، فَيُفِي مُدَّةَ سَاعَتَيْنِ مَثَلًا، يَسْتَهْلِكُ الْمَوْقِفُ ٢ × ٨٨٠ = ١٧٦٠ وَاط سَاعَةً، أَوْ ١,٧٦ كِيلُووَاط سَاعَةً.

الاتصالات البُعادية

إنَّ أعجوبة التَّكَلُّمِ معَ شخصٍ يبعدُ عنكَ أُلوفَ الكيلومتراتِ ما كانتْ تُحَقِّقُ بدونَ الكهرباء. فالأجهزة الإلكترونية تحوِّلُ الأصواتَ والصُّوَرِ إلى كهرباءٍ تقطَعُ المسافاتَ الطويلةَ بِسُرعةِ البرقِ لِتَصِلَ إلى مكانٍ آخرٍ حيثُ يُعادُ تحويلُها إلى أصواتٍ وصُورٍ بواسطة مُعدَّاتٍ أخرى كهربائيةٍ التَّشغيلِ. ونُنتَقِلُ يومياً كُمُباتٍ ضخمةً من المعلوماتِ دَهَاباً وإياباً عبرَ الخطوطِ التلفونيةِ كرسائلٍ ناسوخيةٍ (بالفاكس) أو كمكالماتٍ هاتفيةٍ. كما يُمكنُ إرسالَ المعلوماتِ أيضاً كصوَرٍ في كُبُولٍ من الألياف البصريَّة، أو كامواجٍ راديويَّةٍ إلى سائِلِ مُواصلاتٍ في أعالي الفضاءِ لإعادةِ بثِّها إلى طبيعَتِ مُستقبِلٍ. هذا ويُمكنُ تَواصُلِ الحواسيبِ والمُكناتِ الإلكترونيةِ عبرَ حُطوطِ التَّلفونِ. إنَّ جميعَ أنواعِ الاتصالاتِ هذه يَلْزِمُها عناصرٌ ثلاثةٌ: مُرْسِلٌ لِإرسالِ المعلوماتِ، ووسيطٌ يحوِّلُ الإشاراتِ، ومُستقبِلٌ يُحوِّلُ الإشاراتِ ثانيةً إلى شكلٍ يُمْكِنُ فَهْمُها.



المُستقبِلُ التلفرافي

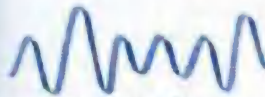
في الثلاثينيات من القرنِ التاسع عشر، اخترعَ صموئيل مورس طابعةً لتدوين الرسائلِ المُرسلةِ بواسطةِ تَلغرافهِ الكهربائي. وكانَ عمادُها شريحةً من الورقِ العاديِّ تتحرَّكُ ببطءٍ عبرَ المَكَّةِ المُستقبِلِ عليها شفرةُ مورسٍ، المُؤَلَّفةُ من قَلْبٍ وشَرِيطَةٍ. عندَ قَلْبٍ تَقَطُّعُ من تَضاوُّتِ التَّيارِ المُستقبِلِ بواسطةِ دَوَلابٍ تُحَرِّكُ حُرُوكَةً مغناطيسيَّةٍ كهربيةٍ. وكانَ العاملونَ يَستخدِمونَ مفتاحَ مورسٍ لِإرسالِ الإشاراتِ، فكانَ ضغطُ المفتاحِ في مَخَطَّةِ الإرسالِ أَهْبًا سَريانَ التَّيارِ لِتَنشِيطِ الدَّوَلابِ المُخَلِّ (أو الدَّراجِ التَّكَلِّك) في مَحطةِ الاستقبالِ لِتَقْلِلِ الرسائلِ قَلْبًا.



نقطتان وثلاث شُرطٍ لَمَقْلُ العدد ٢.

أربع شُرطٍ وشُرطةٌ لَمَقْلُ العدد ٤.

تُرْسَلُ شفرةُ مورسٍ كمجموعةٍ من النُقطِ والشُرطِ المُقسَّمةِ التي تُشكِّلُ الأعدادَ والحروفَ الهجائية. هنا تمَّ طبْعُ العددين ٢ و ٤.



تَغْيِرُ سَعَةٍ (شِدَّةٍ) إشارة الصوت
التلفونية وتُرَدِّدُها (بعد الأمواج المُتَغَيِّرةِ
في الثانية) لِتَتَواضَعَ مع صوتِ المُتَكَلِّمِ.

جهازُ التَّلفونِ

عندما تُدبِلُ قُرْصَ التَّلفونِ أو تَضَعُ أُرْزاقَهُ
تُرْسَلُ سِلْسَلَةٌ من الإشاراتِ الكهربائيَّةِ إلى
أجهزةٍ أوتوماتيكيةٍ تَوصِلُكُ بِالخطِ السَّادِي.
تُشَرِّعُ جِرسُ التَّلفونِ في الظرفِ الأخر. وعندما
تَتَكَلَّمُ، يُحوِّلُ ميكروفونُ الإرسالِ في هاتِفِكَ
أَمْواجَ الصوتِ إلى إشاراتٍ كهربائيَّةٍ تُرْسَلُ
إلى مُستقبِلِ الهاتفِ السَّادِي على الظرفِ
الأخر من الخطِّ. والمُستقبِلُ فيه يُعيدُ تحويلَ
الإشاراتِ الكهربائيَّةِ إلى أَمْواجٍ صوتيَّةٍ.

ميكروفونُ الهاتفِ

كثيرٌ من أجهزةِ التَّلفونِ يُحوي ميكروفوناً
كهرَبُوتِيَّ (يُدعى أيضاً التَّزِيلِيز) يُحوِّلُ أَمْواجَ
الصوتِ إلى إشاراتٍ كهربائيَّةٍ. وتُوجَدُ داخلُ
التَّزِيلِيزِ عُنْدُونَةٌ تُحَوِّي حُثِيَّاتٍ
كهرَبُوتِيَّةً. فعندما تَتَكَلَّمُ، يَهْتَزُّ دَقُّ
لُحْدَانِيَّةُ بَقْلِ الأَمْواجِ الصوتيَّةِ،
فَيَدبِقُ تلكَ الحُثِيَّاتِ بعضها
لَحْزَ بعضٍ فَتُحَيِّضُ تَغْيِيراتُها،
وهكذا يَتَغَيَّرُ التَّيارُ السَّادِي
عَبْرَها بِالنَّطَقِ نَبْيةً الذي
لَحْدَتُ فيه تَغْيِيراتُ الضَّوْثِ
المُشَبَّهَةُ لتلكَ الاهْتِزَّاتِ.
وهذا التَّيارُ المُنْتَبِزُ يَحْوِلُ
الإشاراتِ الضَّوْثِيَّةِ إلى المُستقبِلِ في
الجهازِ التلفوني الأخر.



المُستقبِلُ التلفوني

يُحوِّلُ المُستقبِلُ التلفونيَّ الإشاراتِ
الكهربائيَّةِ الواردةِ إلى أصواتٍ. تُشَرُّ الإشاراتُ
عَبْرَ مغناطيسٍ كهربائيٍّ فيه يَجْذِبُ قُرْصاً
حديديَّ يَتَسَلَّى الرِّقِّ. ومع تَغْيِرِ شِدَّةِ
الإشاراتِ، يَتَغَيَّرُ جَذْبُ المغناطيسِ لِإِلْزَاقِ
فِهْرَةٍ، وتَنقَلُّ الاهْتِزَّاتُ عَبرَ الهواءِ
تَأْمُوِجَ صوتيَّةٍ تُسمَعُ تَكلَماً واضحاً.

الإشارة

الإشاراتِ الشَّاذَّةِ هي تَغْيِيراتُ كهربائيَّةٍ بسيطةٍ أو
تَزيِجٍ من التَّغْيِيراتِ. والأجهزة الإلكترونية في مُقسِمِ
التَّناوُلِ (المُستَزال) تُعَدُّ التَّضَامَاتِ أو تَتَغَيَّرُ التَّغْيِيراتِ
فَتَصِلُكَ بِالخطِّ الهاتِفِي المَطْلُوبِ.



نُظْمًا مُبَدِّلٌ رَقْمَاتًا تَعْمَلُ المُنَادِيَةُ المَدَلَّةُ
مَوْزَاً عَلى إِرسالِ التَّضَامَاتِ إلى مُقسِمِ
التَّناوُلِ.



بعضُ أجهزةِ التَّلفونِ تَاجِدُ الأَمْواجِ
الاشْتِغَالِيَّةَ قَبْلَ رَاسِلِها من التَّغْيِيراتِ
المُتَمَيِّزَةِ بِكُلِّ رَقْمٍ - وَهِيَ كَمَا سَنَظُنُّها عَندَ
شُغْلِ رَقْمٍ عَلى جَدَّةٍ.

شبكة الاتصالات

عندما تجري مكالمات تكنولوجية، تنسري نبضات الإشارات في الأسلاك إلى مركز التبادل (المُقسم) المحلي، حيث تُعْمَر أجهزته الإلكترونية شفرة تلك النبضات. فإذا كانت مكالماتك محلية، يتولى توصيلها مركز التبادل المحلي؛ أما إذا كانت إلى منطقة أخرى، فإنها تُحوَّل إلى مركز تبادل تلك المنطقة، حيث تتولى أجهزته توصيلك بالرمز المطلوب. أما المكالمات الدولية، فيُرسل إلى مراكز التبادل الدولية. وتختلف منظومات الاتصال هذه شبكة الاتصالات.

الشوالت (الأقمار الصناعية)

المكالمات المُرسلة عن طريق شوالت الاتصالات، في مداراتها حول الأرض، تُرسل بالتردد من هوائيات مُفكرة صممت على الأرض. فيتم الساتل، الذي يعمل بالخلايا الشمسية، بإعادة بث تلك الإشارات إلى هوائي ثانٍ في جزء آخر من العالم.

هل لاحظت تاجراً حليفاً وانت تعلم هاتفاً شخصاً في ما وراء البحار؟ قد يكون سبب ذلك أن مكالماتك تجري عن طريق ساتل فضائي. فالإشارات الراديوية تأخذ بعض الوقت لاجتياز المسافة بين الأرض والساتل ذهاباً وإياباً.

الإنستدر غراهام بل

الإنستدر غراهام بل (١٨٤٧-١٩٢٢) معلّم ومُخترع أمريكي اسكتلندي المولد، اخترع التلفون عام ١٨٧٦. اهتم بل، كوالده، بتعليم الطم من صباه، وتوسّع أصوات الأصوات من الأجسام المُهتزة فعلم الصم الكلام بجهاز الاهتزازات المرتبة. ثم اخترع شكلاً من التلغراف الكهربائي، تمكن به من إرسال الإشارات كتخجمات موسيقية تُحذّثها أرباشٌ فسيحة مُهتزة. وفادته هذه الفكرة إلى استنباط طريقة لإرسال واستقبال ترجمات الأصوات البشرية. فكان التلفون!



تُوصّل أسلاك جدارية التلفون في البيت. كساتر الأسلاك التلفونية من منازل أخرى، يمرّك التبادل المُعْمَر.

محطات الشوالت

تحتوي محطة الساتل للاتصالات الصناعية هوائيات مُفكرة، كالطلي، تُوجّها نحو الساتل. والأجهزة الإلكترونية الموصولة بالهوائيات تُصمّم الإشارات المُرسلة منه والمُستقبلة به. ويتم توصيل مثل هذه المحطات بمراكز التبادل التلفوني المحلية.

شبكة إرسال واستقبال إلى ومن سواتل الاتصالات.

مراكز التبادل

مراكز التبادل في المناطق المُختلفة تُصمّم بعضها بعضاً بواسطة التكرار، أو شبكات الأمواج المُفكرة، أو بمنظومات الشوالت. وشبكات الاتصالات هذه تُمكن الناس في منطقة من الاتصال بالآخرين في مناطق أخرى.

الهوائيات المرتبة والمستقبلة للأمواج الطعرة تُقام على أبراج أو أبنية عالية. وتُساند ببنية بعضها مع بعض.

شبكات الأمواج الضعيفة

تُستخدم شبكات الأمواج الضعيفة أمواجاً راديوية (تدعى أمواجاً ضعيفة) لحمل الإشارات التلفونية وغيرها. وتُسمى هذه الأمواج في عقد مُستقيم من هوائيات مُفكرة مُوجّهة إلى هوائيات مُستقبلة.

التأشوخ (الفاكس)

تُستخدم مكبات التأشوخ الشبكة التلفونية لإرسال المادة المكتوبة أو المطبوعة. المكنة الشريفة تُحوّل شوز الوثيقة إلى شفرة من الإشارات الكهربائية وتُرسلها عبر عقد التلفون. وتُستخدم المكنة المُستقبلة تلك الإشارات لاستنساخ الوثيقة الأصلية.

الهواتف النقولة

يستطيع مُستقبلو السيارات التكلّم بعضهم مع بعض مُستعملين أجهزة تلفونية عمالة ذات مرسلات ومُستقبلات راديوية مُبنيّة. المُرسِل المُخفّف القدرة في جهاز التلفون يُوصّل المكالمات إلى مُعدّلات استقبال دائم، مُقامّة في المنطقة - تدعى خليّة - ومن هناك تُوصّل المكالمات بالشبكة التلفونية. فيقوم مُرسِل مُخفّف الإشارات الواردة إلى مُستقبل راديوي في جهاز التلفون. وتدعى هذه المنظومة بكاملها شبكة خليوية.

ملحق إرسال واستقبال هذا المُعدّل يستقبل الأمواج الراديوية من الساتل ويرسل المعلومات إلى مركز التبادل.

مركز تبادل دولي

مركز تبادل محلي

مكنة التأشوخ (الفاكس) تُرسل وتستقبل الرسائل والوثائق الأخرى.

مركز تبادل محلي

برج اتصالات الأمواج الطعرة

يُوصّل مركز التبادل للمكالمات المحلية ويُوجّه للكلية الأخرى إلى مركز تبادل أخرى.

مركز تبادل محلي

مركز تبادل محلي

مركز تبادل محلي

مركز تبادل محلي

مركز تبادل محلي

مركز تبادل محلي

مركز تبادل محلي

مركز تبادل محلي

لمزيد من المعلومات انظر

- الخلايا والبطاريات ص ١٥٠
- الحواشيب ص ١٧٣
- الضوء والضوء ص ١٧٧
- الانكسار ص ١٩٦
- الشوالت (الأقمار الصناعية) ص ٣٠٠
- حفاظات وتعلّومات ص ٤١٠

الطول الموجي قصير عن
الترددات العالية.

الراديو

الطول الموجي أطول عن الترددات
المنخفضة، ويمكن قياسه بالمتري
من أروني متوجّهين.

أمواج طويلة من ١٠٠٠ إلى ١٠ آلاف متر، التردد ٣٠٠ كيلوهرتز	أمواج متوسطة من ٢٠٠ إلى ١٠٠٠ متر، التردد ٣ ميغاهرتز إلى ١٠٠ كيلوهرتز	أمواج قصيرة الطول من ١٠ إلى ١٠٠ متر، التردد ٣ ميغاهرتز إلى ٣٠٠ كيلوهرتز	أمواج عالية التردد، الطول من ١٠ إلى ١٠٠ متر، التردد من ٣ ميغاهرتز إلى ٣٠٠ كيلوهرتز	أمواج فائقة التردد، الطول من ١٠ سم إلى متر، التردد من ٣٠٠ إلى ٣٠٠٠ ميغاهرتز
----------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

غوليلمو ماركوني

كان المهندس الإيطالي غوليلمو ماركوني (١٨٧٤-١٩٣٧) أول من استخدم الأمواج الراديوية في منظومة عملية لإرسال الإشارات. في العام ١٨٩٦، سجل ماركوني براءة اختراع نظام تلغراف ليرسل الإشارات عبر الهواء كضغوطات من الأمواج الراديوية. ولما لم يكن هنالك أسلاك بين الأجهزة المرسلية والمستقبلة، عُرفت هذه التقنية بالتلغراف اللاسلكية.



عندما نستمع إلى الراديو، يلتقط جهازك المحطة المختارة من بين ألوف المحطات الإذاعية التي نصله. تنتقل الإشارات الراديوية كأموح غير مرئية عبر الهواء أو عبر مواد أخرى أو في الفراغ بسرعة تعادل سرعة الضوء (٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية في الفراغ). نستخدم الأمواج الراديوية بصورة رئيسية في حمل الأصوات والصور للبث الإذاعي أو للاتصالات الخاصة. فالأخبار التي كانت تستغرق أشهراً لتبلغ الأماكن النائية في العالم، تنتقل اليوم بأقل من ثانية بواسطة الأمواج الراديوية المرتدة من سواحل الاتصالات في الفضاء. تولّد الأمواج الراديوية بواسطة دارة تحمل تياراً سريع التذبذب، ويجري بثها الأفضل من هوائيات إرسال مقامة على أماكن عالية أو على التلال.



إشارة راديوية مشعّة الشعة. لقد تغلّرت شدة الموجة الحاملة (مُشعّنة) كما يتبيّن من تغلّرات حبيبية.

إشارة راديوية (إف إم) هنا تغلّرت (مُشعّنة) تولّد الأمواج الراديوية.

التضمين

التضمين هو تحميل الأمواج الراديوية أصواتاً (أو إشارات أخرى). فالإشارة الصوتية تجعل الإشارة الراديوية المقطرة (الموجة الحاملة) تتغيّر بشكل ما. في تضمين السعة (إف إم) تتغيّر سعة (أي شدة) الموجة الحاملة، أمّا في تضمين التردد (إف إم)، فتتغيّر الترددية التي تتغيّر. والمعروف أنّ الإرسال بتضمين التردد (إف إم) أقلّ تأثراً بالتقلّصات والتداخلات الأخرى.



صمام ثنائي بلوري

مكثف

مكثف شتاف

دائرة التردد البلوري

مكثف ثنائي

مكثف ثنائي

مكثف ثنائي

مكثف ثنائي

مكثف ثنائي

مكثف ثنائي

مكثف ثنائي

مكثف ثنائي

تولّد الملف والمكثف المتغيّر دارة التولّد لاختيار محطة الإذاعة المطلوبة.

يولّد تاريلين موصول بالبلور الفريد دائرة التردد البلوري والمكثف تبيّن التذبذبات الصوتية وتستقبلها من الإشارة المُرسلة.

جهاز بلوري

حتى عهد قريب، كان كثير من أجهزة التلقين البث الإذاعي بأجهزة ذات مكثاف بلوري. وكان نمط الجهاز البلوري الشائع في حينه ذا بلورة من الغاليا (كبريتيد الزنك)، ومكثاف يملك شحنة كهربائية (أي شدة شارب الوتر). فالغاليا والبلورة يعملان كبلورة في دارة مكثاف الجهاز لتبني التذبذبات الصوتية واستقبالها من الإشارة الراديوية المُرسلة.



صمام

توانيسستودان

التضمين

معظم أجهزة الراديو القديمة كانت تحوي صمامات لتضمين الإشارات المُشعّنة. ثم حلت الترانزستورات محل الصمامات، فأصبحت بالإمكان إنتاج أجهزة راديو بالغة الصغر.

الراديو

١٨٩٣ جيمس كلاذك ماكسويل يقترح تفسيراً على أساس رياضية لطوابع الأمواج الكهرومغناطيسية
١٨٨٧ هيرش هرتز يرسل ويستقبل أمواجاً راديوية في مختبره
١٨٩٦ غوليلمو ماركوني يسجل براءة اختراع أول منظومة عملية للتلغراف اللاسلكية.
١٩٠١ إرسال أول إشارة تلغرافية عبر الأطلسي.

١٩٠٦ ريجنالد فينلاند يبيع أول بث إذاعي. يُدعى عالمي التلغراف اللاسلكي بإسمائهم الموسيقي بدلاً من شجرة هورس المُشعّنة.

الترسيل الراديوي (اللاسلكي)

في الترسيل الراديوي، تولد دائرة المُثَلِّب قلعة شاذية سريعة تُدعى الإشارة الحاملة، تنتقل إلى دائرة أخرى تُدعى المُضَمِّن. كما تُغذَّى المُضَمِّن أيضاً بالإشارة الصوتية من مستوى الإذاعة. في ترسيل نصيحتي التردد (إف إم) الشَّيْن هنا، تُضَمَّن (تُغَيَّر) الإشارة الصوتية بتردد الإشارة الحاملة، كما يُقَوَّى المُضَمِّن الإشارة الحاملة المُضَمَّنَة، ثُمَّ تُنْتَقَل الإشارة المُعزَّزة هذه، كأموج راديوية، من هوائي الإرسال.

يُنْتَقَل هوائي الإرسال
إشارة المُرسِل
كأموج راديوية.

المُستَقْبِل الراديوي (اللاسلكي)

يُستَقْبِل هوائي جهاز الراديو الأمواج الراديوية من عدة مُرسلات، فيُحوَّل ما يلتقط منها إلى إشارات كهربائية دقيقة، ثُمَّ تنتقل هذه الإشارات إلى دوائر مُوَلِّفَة وَضَمِّن، حيث تنتقل إشارة المحطة الإذاعية المطلوبة وتُضَمَّن. بعد ذلك تُفصل دائرة المُستَقْبِل الإشارة الصوتية عن الموجة الحاملة، وتُعدَّل قوَّة هذه الإشارة باستخدام مضبط الجهد. ثُمَّ تنتقل الإشارة الصوتية إلى مُضَمِّن الخرج، حيث تُضَمَّن بما فيه الكفاية لتشغيل المُتَجَاهِر الذي يُعَدُّ تحويل الإشارة ثانية إلى أصوات تلك التي بُنِّت أصلاً من مستوى الإذاعة.

يُستخدَم مضبط المُولِّف، وهو مُضَمِّن مُتَغَيِّر، لاختيار المحطة الإذاعية.



مُضَمِّن الجهد، وهو الخُرج ثنائي لولاً عَمَل المُتَجَاهِر لاستعادة الصوت.

التضمين يُلَوِّث الموجة الحاملة المُضَمَّنَة لئلا ينتقل إلى الهوائي.

يُضَمَّن تَرَدُّد الموجة الحاملة بواسطة الإشارة الصوتية.

تَرَدُّد الإشارة الحاملة حوالي ١٠٠ مليون موجة في الثانية (١٠٠ ميجاهرتز).

إشارة صوتية

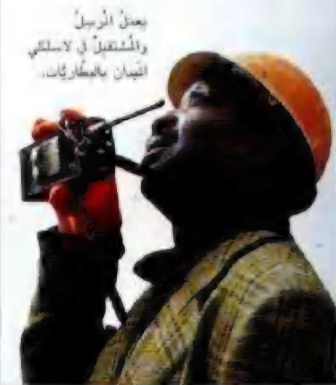
الإشارات الصوتية

في مستوى الإذاعة، يُحوَّل الميكروفون أصوات المُتَكَلِّمين إلى إشارات صوتية، كما تولد أجهزة أخرى إشارات صوتية عند تدوير أشرطة التسجيل أو الأسطوانات. ويحوَّل مُرَجَّع هذه الإشارات معاً ثُمَّ تُرْسَل الإشارة المُوَلِّفَة إلى الترسيل.



لاسلكي المواقع

يُستخدَم الترسيل السَّيْلِي الصغير (اللاسلكي الميداني) في مواقع البناء مثلاً، ليُستطاع التواصل على الأرض للتحكُّم بسهولة مع العمال في الطوابق العليا من المبنى؛ كما تُستخدَم السَّيْلِي في ضبط الأمن ومكافحة المخدرات.



يعمل المُرسِل والمستَقْبِل في لاسلكي اثنين بالمطاريات.

الأيونوسفير

الأيونوسفير طبقة جوية فوق الأرض على ارتفاع يتعدَّى ٥٠ إلى ٢٠٠ كيلومتر. وهي تحوي أيونات والكثيرونات طليقة تجعلها تعكس بعض الأمواج الراديوية - الأمر الذي يجعل انتقال الأمواج الراديوية الحفيفة التردد مُمكنًا عَمَر مسافات طويلة.

الإشارات العالية التردد نسبياً تُفَارِقُ الأيونوسفير؛ لذا تُستخدَم في إرسال الإشارات المُوجَّهة، عن طريق سواتلي الاتصالات فيُخَرَّج عن الأرض آلاف الكيلومترات. وتُستخدَم هذه الترددات أيضاً في الإرسال القصير المدى على سطح الأرض.

تُنعكس الأمواج القصيرة على أعالي الأيونوسفير.

الإشارات الحفيفة للتردد (صديقاً) (٨٥ الطول الموجي الطويل) عن ترسلي تستعمل في الوصول إلى امكتة ثانية بالانتماسات المُتَكَرِّرَة بين الأيونوسفير والأرض.

يُستَقْبِل سائلي التماسات إشارات راديوية من مكان ما على الأرض ويُعَدُّ إرسالها إلى منطقة أخرى، والإرسال عَمَر الاطنطلي يتم بهذه الطريقة.



بعض الأمواج الراديوية تنتقل عَمَر الهواء لقط دون حاجة إلى انعكاسات.

لمزيد من المعلومات انظر

- المُؤَلِّمات ص ١٥٩
- مُؤَلِّمات الإلكترونيات ص ١٦٨
- الطَّيْف الكهرومغناطيسي ص ١٩٢
- التليستويات الأرضية ص ٢٩٧

التلفزيون



قوسنل تلفزيون

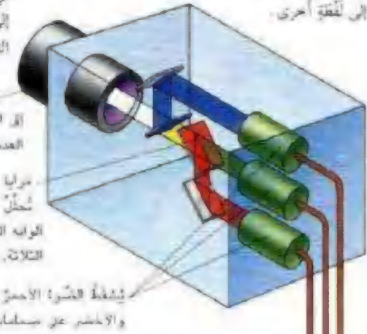
أصبح التلفزيون عاملاً مهماً في حياتنا - نتعرف به أماكن لم نرها سابقاً وزيماً لن نروها مستقبلاً، ونرى عبره الأحداث حال وقوعها، وأحياناً كثيرة نشاهد بعض برامجها لمجرد التسلية والمتعة. لقد شاع استخدام التلفزيون في المنازل منذ الخمسينيات من القرن العشرين، لكن فكرة إرسال الصور عبر مسافات بعيدة راودت العلماء والمخترعين منذ القرن التاسع عشر. ونحن نتم اليوم بأنظمة تلفزة عالية النوعية بفضل مخترعات متعددة لعل أهمها الصمامات والترانزستورات وأنابيب الأشعة الكاثودية. في الكثير من البلدان ثبتت الصور والأصوات التلفزيونية محلياً باستخدام الأمواج الراديوية الفائقة التردد، أو كإشارات كهربائية عبر الكيبل؛ كما ترسل على نطاق دولي بواسطة السوايل. وتستخدم التلفزة المغلقة الدارة في مراقبة أمن المصارف والمؤسسات حيث تنقل الصور من الكاميرا إلى الشاشة مباشرة.

البث التلفزيوني الحي

في البث التلفزيوني الحي تحول الكاميرا التلفزيونية أوضاع المشهد إلى إشارات كهربائية تُرسل لاسلكياً فتنحدر شواراً في التلفاز (جهاز التلفزيون).



يتأكل الضوء
إلى الكاميرا عبر
العدسة الأولى.
تترايا حاضنة
تُحلل الضوء إلى
الوانه الرئيسية
الثلاث.



تُشفق الضوء الأحمر والأزرق
والأخضر عن سبلات منفصلة.

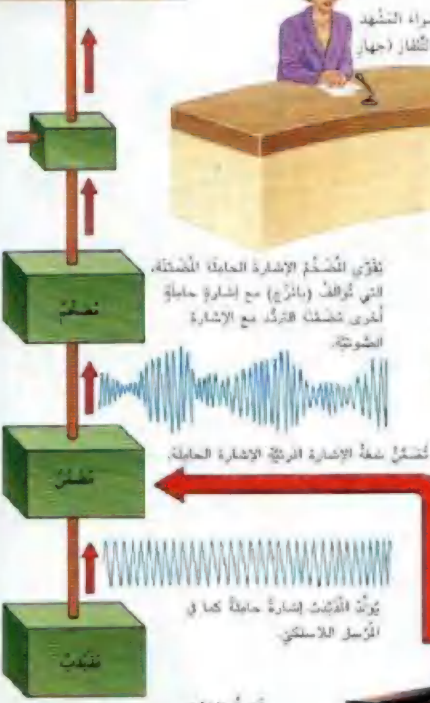
الكاميرا التلفزيونية

في لوح تحكم من كاميرات التلفزة المثلثة، يُمرر الضوء من المشهد عبر تريايا حاضنة تُحلل الضوء إلى ألوانه الأولية - الأحمر والأخضر والأزرق. فتكوّن المشهد صوراً بثلث الألوان على صمامات الكاميرا الثلاثة التي تسجّل الصور حفاً حفاً. ثم يُبعث كل صمام إشارة كهربائية تتناسب شدتها مع تالقي كل حفاً من الصورة.



الألغام والأشرطة المسجلة

يُدار العالم السينمائي في مكانة سينما تلفزيونية فتكوّن إشارات كهربائية من الأصوات والصور المسجلة على الفيلم. أما البرامج المسجلة على الشريط فتستخدأ بواسطة جهاز فيديو. وتنتقل جميع الإشارات الصوتية والمرئية من مصادرها المختلفة إلى قاعة العرض، وهي قاعة مراقبة لجوار ستوديو المذيعين.



تقوي المُستخدأ الإشارة الحاملة المُشفقة، التي تولف (ماتزج) مع إشارة حاملة أخرى تُضخف هترود مع الإشارة المستوية.

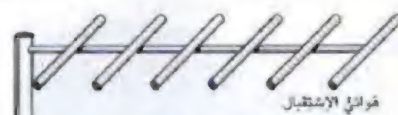
تُستخدأ شدة الإشارة الرتقة الإشارة الحاملة.

يُرشد المُفككت إشارة حاملة كما في المُرسَل اللاسلكي.

قاعة العرض

في هذه القاعة، تُحلل وترافق جميع الإشارات المُستعنة من مصادرها حفاً أو مُسجلة، وتُعرض الصور على شاشات عدة أجهزة مراقبة. ومن قاعة العرض هذه، تُرسل، إلى المُرسَل التلفزيوني، إشارة الصوت وإشارة مرئية واحدة تحوي جميع المعلومات التوتقة مع لُطبات المُزادة التي تُسجّل جهاز الاستقبال من استعادة الصورة على الوجه الصحيح.

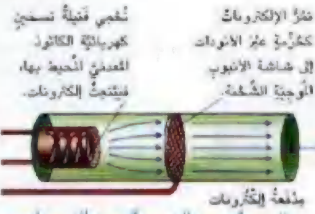




قواتل الاستقبال

المستقبلات التلفزيونية

تتقبل إشارات الشرحيل التلفزيوني عبر الهواء بسرعة الضوء كأمواج لاسلكية، فيحولها هوائي الاستقبال، الموصول بجهاز التلفزيون، ثانية إلى إشارات كهربائية. وباستخدام دارات المعايرة الإلكترونية في المستقبل يمكنك استقبال المحطة التلفزيونية التي تريدها. أما في التلفزة السليمة، فتعمل دارات أخرى على قرض المقومات اللونية الثلاثة في الإشارة المرئية؛ فيستخدمها صمام الصور (أنبوب الأشعة الكاثودية) لاستيعاد الصورة بألوانها الكاملة - في حين يستعيد الميخاض الإشارة الصوتية.

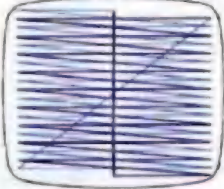


إشارة الصورة

يلتقط هوائي الاستقبال الإشارة التي يبثها الشرحيل ويحولها إلى إشارة كهربائية تسري بربولا عبر سلك خاص إلى المستقبل.

يشتر الموائف الحسة المطلوبة؛
وتقوم دارات أخرى بقضيل
وتقوية إشارات الصورة
والصوت.

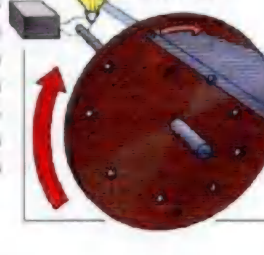
تتصل دارات خاصة
إشارات الألوان الثلاثة؛
وهذه تتحكم في شدة
الحرارة الإلكترونية للثلاث.



تزيد من المعلومات

التيّة الذئبة ص ٢٤
الزاد ص ١٦٤
الكتاب الإلكتروني ص ١٩٢
الألوان ص ٢٠٢
السما ص ٢٠٨

قُدّس بيرد المشهور كان من أخصائى تول فيكو (١٨٦٠-١٩٤٠) وليكن المضطد ادناه كيف أن فرضا تصاميم التقريب ينتج صورة عند تدل الإشارة المدونة الشحنة الكهربائية ترتد.



جون لوجي بيرد

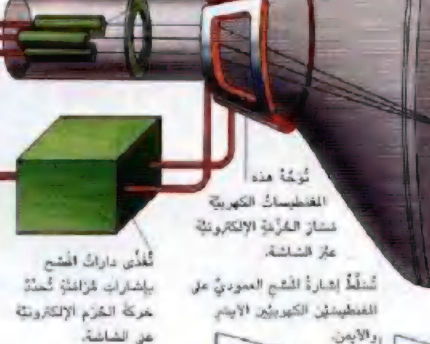
عام ١٩٢٦، عرف راقد التلفزيون، الإسكتلندي جون لوجي بيرد (١٨٨٨-١٩٤٦) أول منظومة تلفزيونية مستخدما قرصا مغطيا بدارات، لتحويل ضوء المشهد إلى خطوط، وخلافة كهربائية لتحويل تعيرات الشوط إلى إشارات كهربائية. وفي مستقبل بيرد كانت الإشارات تغير شوط ضحية كهربائية، فيرى المشاهد صورة باهية مشونة غير اقرب قرص مدوم آخر. وسرعان ما استبدلت منظومة بيرد لتعمل محلها منظومة إلكترونية بالكامل من نوعية أفضل.



ميدعة إلكترونية

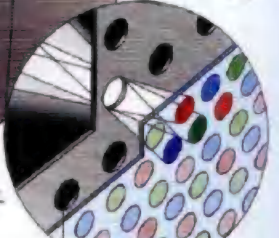
تعمل ميدعة إلكترونية داخل أنبوب (صمام) الأشعة الكاثودية حرما إلكترونية على شاشة العرض - في حين تصدر صمامات الألوان حرما منفصلة لكل لون من الألوان الثلاثة. وتتخذ شدة هذه الحرما وفقا لشوط مقومات الألوان في المشهد الأصلي.

كل ميدعة إلكترونية تنتج قوة واحدة - حمراء أو أخضر أو أزرق.



الصور الملونة

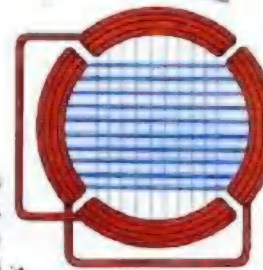
تتخذ شدة الحرما الإلكترونية خلال شحها الشاشة، فتتخذ بذلك شوط الشفقات (تقع الكاميرات المتلفزة عليها. ويمكن «رسم» الحرما الإلكترونية ثلاث شوط ملونة متطابقة على الشاشة تبدو لعين الناظر صورة واحدة متكاملة الألوان.



الشاشة مغطاة بطبقة معدنية من الشفقات، لانتقاء اللون.

شاشة التلفزيون

تتلقى شاشة التلفزيون بقاء الشفقات التي تتوضع باللون الأحمر أو الأخضر أو الأزرق معما تصيدتها الحرمة الإلكترونية. بعض أنابيب الصورة، في التلفزيون الملون، تحوي حارة مغطاة خلف الشاشة، تؤمن قوتها أن تصيد الحرمة الإلكترونية الواحدة ربعا واحدًا من الشفقات فقط، وهكذا تكون كل حرمة صورة من لون واحد.



شدة إشارة الشرحيل العمودي على
المغناطيسات الكهربائية الخلفية والبنفسجي.

المشع

في المستقبل التلفزيوني، تُحرك الحرمة الإلكترونية بسرعة عبر الشاشة بواسطة زوجين من المغناطيسات الكهربائية تمررت بالمقومات الحارة للخطوط والتجالات. فيتميز التيار عبر هذه البذلات تتغير مجالاتها المغناطيسية حارة الحرمة الإلكترونية أثبات وعموديا على شاشة العرض.

مَقُومَاتُ الْإِلِكْتَرُونِيَّةِ

الإِلِكْتَرُونِيَّاتُ كانت الأَكْثَرُ أَمْرًا في حياتنا من بين فروع التَّقْنَةِ (التَّكْنُولُوجِيَّةِ) الحديثة المتعدِّدة. وكانت أجهزة الراديو والتلفزيون ومعازف الأسطوانات والمُسْجَلَاتُ الشَّرِيعِيَّةُ أَوَّلُ هذه النِّبَاطِ الْإِلِكْتَرُونِيَّةِ تَوَافُرًا وَشُيُوعًا. ويعتمدُ عَمَلُ هذه النِّبَاطِ عَلَى مَقُومَاتِ الْإِلِكْتَرُونِيَّةِ لَا غَنَى عَنْهَا لِلتَّحْكُمِ فِي الْإِشَارَاتِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ أَوْ تَغْيِيرِهَا بِشَكْلِ مَا، نَذْكُرُ مِنْهَا الْمُقَامُومَاتِ وَالْمُكْتَفَاتِ وَالتَّرَانْشُورَاتِ (الْمُحَوِّزَاتِ) وَالدَّيُودَاتِ (الصَّمَامَاتِ الثَّانِيَّةِ). واليَوْمَ تُصَنِّعُ هذه المَقُومَاتُ صُغْرَةً مُتَنَمِّةً بِحَيْثُ يُكْمَلُ أَسْتِخْدَامُهَا فِي نِهَاظٍ أُخْرَى. فبَعْضُ السَّاعَاتِ، مَثَلًا، تَحْوِي دَارَاتِ الْإِلِكْتَرُونِيَّةِ مُعْقَدَةً تَبَيَّنُ لَكَ الْوَقْتُ فِي مُخْتَلَفِ بُلْدَانِ الْعَالَمِ، وَبَعْضُ الْكَامِيرَاتِ مُزَوَّدٌ بِمَقُومٍ إِلِكْتَرُونِيٍّ يَضْبِطُ وَضْعَ الْعَدْسَةِ وَسُرْعَةَ الْغَلْقِ (لِلتَّعْرِيزِ الصَّحِيحِ) بِإِلْقَائِيَّا.

الرَّادْيُو النَّقَالُ

تَحْوِي الرَّادْيُوَاتُ الثَّقِيلَةُ مَقُومَاتِ الْإِلِكْتَرُونِيَّةِ مُتَعَدِّدةً مِثَالِيَّةً لِتُؤَدِّي مَهَامَ مُخْتَلِفَةً. فَالْهَوَاتِي بِإِلْقَائِهِ إِشَارَاتٍ مُخَطَّطَاتٍ الْإِذَاعَةِ وَالتَّرَانْشُورَاتِ تُضَبِّحُ هذه الْإِشَارَاتِ. وَبِاسْتِخْدَامِ أَنْتَاقِ الْمُحَصَّةِ الَّتِي تُؤَيِّدُ بِاسْتِخْدَامِ دَارَةِ التَّوَالُفَةِ الْمُوَالَفَةِ مِنْ مَلَفٍّ وَمُكْتَفٍ مُتَغَيِّرٍ. وَيَتِمُّ التَّحْكُمُ فِي الْخَبْرَةِ وَاسْطَاقَةِ مَقَامٍ مُتَغَيِّرٍ يَضْبِطُ مُسْتَوَى الْإِشَارَاتِ الضَّوِّيَّةِ الَّتِي تُعَدِّي الْمَصْنُوعَ الْنَهَائِيَّ وَالْبَهْجَارَ



الْإِلِكْتَرُونِيَّاتُ فِي التَّرَادِيدِ (الصَّمَامِ الثَّلَاثِيَّ) مُثَبَّتَةٌ فِي أَنْبُوبٍ رُجَاجِيٍّ مُفْرَغٍ مِنَ الْهَوَاءِ.

يَتِمُّ التَّحْكُمُ الْإِلِكْتَرُونِيَّ عَنِ لِمَاعَاتِهِ بِمُتَغَيِّرَةٍ سَلَكِيَّةٍ مُتَوَلِّدَةٍ.

الشَّعْطَةُ السَّالِةُ عَلَى الشَّبَكَةِ تَتَحَكَّمُ فِي سَرِيحِ الْإِلِكْتَرُونَاتِ إِلَى الْأَنْوَدِ.

الْأَنْوَدَةُ الْمَوْجِدَةُ الشَّعْطَةُ يَبْذُرُ الْإِلِكْتَرُونَاتِ الْعَالِيَةِ الشَّعْطَةِ.

التَّرَادِيدُ (الصَّمَامُ الثَّلَاثِيَّ)

يَتَأَلَّفُ التَّرَادِيدُ مِنْ كَاتُودٍ وَأَنْوَدٍ وَشَبَكَةٍ سَلَكِيَّةٍ بَيْنَهُمَا، وَيُسْتَخْدَمُ فِي تَضْيِيقِ (تَقْوِيَةِ) الْإِشَارَاتِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ. عِنْدَمَا تَلْمَسُ الشَّبَكَةُ بِإِشَارَةً صَغِيرَةً تَتَغَيَّرُ شِدَّتُهَا مُعَدَّةً لَتَغْيِيرَاتٍ كَبِيرَةٍ فِي سَرِيحِ الْإِلِكْتَرُونَاتِ إِلَى الْأَنْوَدِ. لِذَا فَالْإِشَارَةُ الْمُنْتَجِةُ إِلَى الْأَنْوَدِ هِيَ لَشَعْطَةٍ مُضَاعَفَةٌ عَنِ الْإِشَارَةِ عَلَى الشَّبَكَةِ. وَقَدْ خُلِيتِ التَّرَانْشُورَاتُ مَوْجِرًا تَحْتِ الصَّمَامَاتِ فِي الرَّادْيُوَاتِ، فَطَهَرَتْ رَادْيُوَاتِ التَّرَانْشُورِ الصَّغِيرَةِ الْحَجْمِ جَدًّا.

شَبَكَةٌ مُتَغَيِّرَةٌ (بِاسْتِخْدَامِ التَّوَالُفَةِ) مُخَطَّطَةٌ لِتَقْوِيَةِ الشَّرْطَةِ الْمَوْجِدَةِ (أَمْوَاكِ) مُتَوَشِّطَةً وَتَرْدُوَ عَلَى جَدًّا. هَوَاتِيٌّ قَلْبِيٍّ مِنَ الْهَوَاتِيَّاتِ (لِلْأَمْوَاكِ الْمُوَسَّطَةِ) الْبَصْمِيَّةِ.

التَّرَانْشُورَاتُ تُضَبِّحُ الْإِشَارَاتِ الَّتِي يَلْقَاهَا الْهَوَاتِيُّ أَوْحَةً الشَّارَةِ الْمَبْرُوعَةِ هَوَاتِيٍّ قَلْبِيٍّ مُشَاخِلِ (لِلْأَرْذَلَاتِ الْعَالِيَةِ جَدًّا) رَادْيُوَ لَحْزَوِيٍّ.

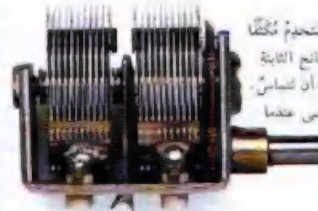
تَقَامُومُ مُتَغَيِّرَةٌ (بِاسْتِخْدَامِ الْخَبْرَةِ) بِمُقَامٍ (مُتَغَيِّرٍ) وَظَلٌّ وَشَبَكَةٌ.

تَتَحَكَّمُ الْفَقَاوِمَاتُ فِي شِدَّةِ تَيَّارِ الْكَارَةِ، فَالْفَقَاوِمُ الْحَالِي الْمَقَاوِمَةُ يَمُرُّ تَيَّارًا خَفِيفٌ شَدَّةً بِضَعْفٍ.

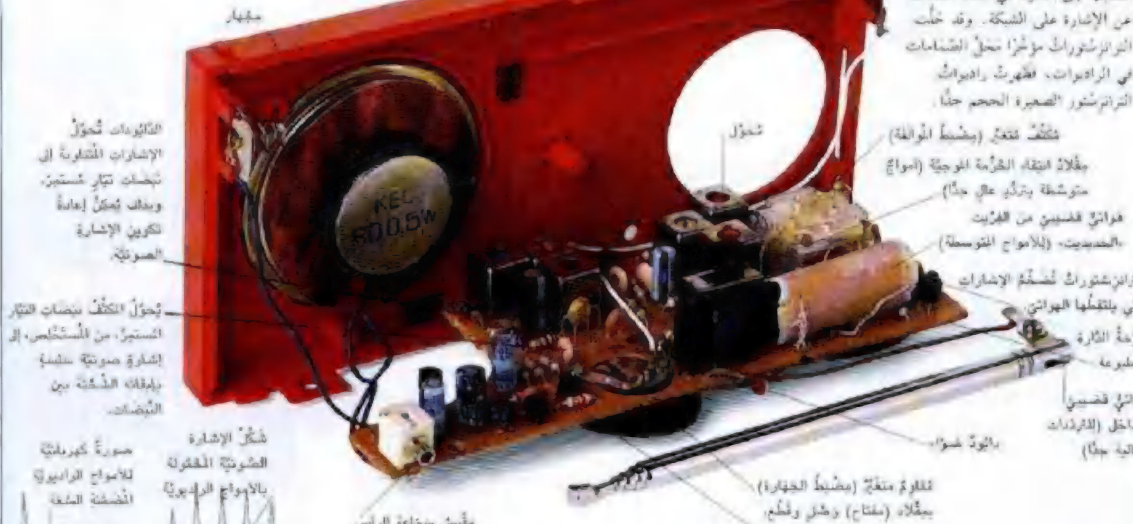
الْإِشَارَاتُ الْمُنْتَجِةُ الشَّدَّةُ (إِي إم) الَّتِي يَتَلَمَّسُهَا السَّرِيحُ الرَّادْيُونِيَّ هِيَ أَمْوَاكِ لَا سَلَكِيَّةٍ مُتَغَيِّرَةٌ الشَّدَّةُ. هَوَاتِيٌّ الْمُسْتَغْلِلُ يَحْوِي مِنْ هَذِهِ الْأَمْوَاكِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرِبَائِيَّةٍ مُضَاعَفَةٍ لِتَتَلَمَّسَ مِنْهَا دَارَةُ التَّوَالُفَةِ الْإِشَارَةَ الْمَطْلُوبَةَ.

الْمُكْتَفُ (الْإِسْتِغْلَاصُ)

تَتَلَمَّسُ الْإِشَارَةُ الشَّدَّةً مِنْ دَارَةِ التَّوَالُفَةِ إِلَى التَّأْيِيدِ، الَّتِي يَحْوِي الْأَمْوَاكِ إِلَى نُقَاطِ كَهْرِبَائِيَّةٍ لِنَحْنُ الْمُكْتَفِ. وَحَيْثُ إِنَّ الْمُكْتَفِ يَحْفَظُ مُنَظَّمُ الشَّدَّةِ بَيْنَ النُّقَاطِ، فَإِنَّ الْإِشَارَةَ مَرَّةً شَبِيهَا بِإِشَارَةِ الضَّوْتِ الْأَضْلَاقِ.



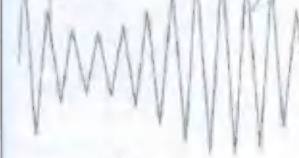
مُكْتَفٍ مُتَغَيِّرٍ عِنْدَمَا تَوَلَّى التَّرَادِيدُ عَلَى مُخَطَّطَةِ إِذَاعَةٍ لِتُسْتَحْدَمَ مُكْتَفًا مُتَغَيِّرًا يَحْوِي مَجْمُوعَةً أَوْ أَكْثَرَ مِنَ الصَّمَامَاتِ الثَّانِيَّةِ وَالْمُتَحَرِّكَةِ الَّتِي يَمَكِّنُهَا الْفَاقِعُ مَقَامًا دُونَ أَنْ تَسَامَرَ. وَتَكُونُ مُوَاسِعَةً الْمُكْتَفِ فِي حَالِهَا الْأَفْصَى عِنْدَمَا يَكُونُ تَقَاتُغُ الصَّمَامَاتِ الثَّانِيَّةِ وَالْمُتَحَرِّكَةِ كَامِلًا. وَبِغْيَرِ الْمَوْاسِعَةِ يَتَغَيَّرُ الرَّادْيُو إِشَارَاتٍ تَرْدُوَ مُخْتَلِفَةً.



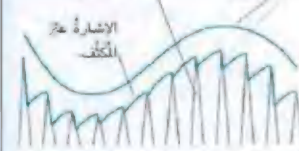
الدَّيُودَاتُ تُحَوِّلُ الْإِشَارَاتِ الْمُنْتَجِةُ إِلَى نِجَاسَاتٍ تَبَارِكَةٍ شَسْتِيَّةٍ. وَبِذَلِكَ يُكْمَلُ إِعَادَةُ التَّكْوِينِ الْإِشَارَةِ الْعَصْرِيَّةِ.

تُحَوِّلُ الشَّبَكَةُ نِجَاسَاتِ التَّيَّارِ الْمُسْتَعْمَلِ مِنَ الْمُسْتَحْدِمِ إِلَى إِشَارَةٍ صَوْتِيَّةٍ سَلَسَةٍ بِإِلْقَائِهِ الشَّدَّةِ بَيْنَ النُّقَاطِ.

شَكْلُ الْإِشَارَةِ الشَّوْنِيَّةِ الْمَطْلُوبَةِ لِلْأَمْوَاكِ الرَّادْيُونِيَّةِ الْمُنْتَجِةُ الشَّدَّةُ.



إِشَارَةُ الشَّوْنِ الْمَطْلُوبَةُ لِلْأَمْوَاكِ الرَّادْيُونِيَّةِ الْمُنْتَجِةُ الشَّدَّةُ.



مَقَوِّمَاتٌ حَدِيثَةٌ

منذ العام ١٩٥٠ وتواليه بدأ تصنيع العديد من المَقَوِّمَاتِ الإلكترونية بحجم أصغر بكثير، كما طُوِّرت مَقَوِّمَاتٌ جديدة، وكُلِّها من السَّيَرِ حيث أصبحت المعدَّات الصغيرة جدًا شيئًا مألوفًا. حاليًا تتواجد هذه المَقَوِّمَاتُ من ترانزستورات ومَقَوِّمَات دايودات ومكثفات، في العديد من الأدوات الإلكترونية الشائعة. كما خَلِّصَت التكنولوجيا الحديثة مَقَوِّمَاتٍ أكثر موثوقية، كالدَّيُودَات الضوئية (الصمامات الثنائية الباعثة للضوء) التي أحدثت نُحْلًا محلَّ الصُّمَمَاتِ الدَّيْلِيَّةِ لأنها تكاد لا تتعطل أبدًا.

مَقَوِّمٌ سَمَوْدِيٌّ
الاعتمادية.تُصَنِّعُ وَحْدَةُ الْوَلْتِجِ
مُتَقَرِّبًا يَقْتَرِنُ شَعْلَةً كَهْرَبَانِيَّةً، فَصَدْعًا لِمُطْلَقِ
الشَّكْلِ إِلَى سَمَامٍ خَاسِرٍ، بِتَوَلُّهِ وَيَسْتَعِشُّ سَامِعُ.

المَكْثَفَاتُ

المَكْثَفَاتُ لِبَاطِئٍ تُخَيِّرُ شَيْخَةَ كَهْرَبَانِيَّةٍ
وَيُظْلِمُهَا عِنْدَ الْحَاجَةِ. وَيَتَأَلَّفُ الْمَكْثَفُ مِنْ
طَبَقَتَيْنِ فَرِائِضَتَيْنِ تُحْصَلُ بَيْنَهُمَا طَبَقَةٌ عَازِلَةٌ،
كَالْخِلْدَانِ مِنْ قَدَرٍ. أَمَّا الْمَكْثَفَاتُ الْكَهْرَبَانِيَّةُ فَتُصَنِّعُ
بِتَرْسِيبٍ طَبَقَةٍ عَازِلَةٍ بِالْكَهْرُوفَةِ عَلَى صِفَاحٍ مِنْ
الْأَلُومِينِيُومِ. وَتُخَيِّرُ الْمَكْثَفَاتُ الْمُخْتَلِفَةُ
الْقَدَمِ الشَّعْلَةَ كَمَّاتٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ الشَّعْلَةِ
عِنْدَمَا تُعْمَلُ الْفَلْطَةُ بِقُوَّتِهَا عَلَى صِفَاحِهَا.

مَكْثَفَاتُ



مَقَوِّمَاتُ



دَايُودَاتُ



تَرَانزِستُورَاتُ



الدَّيُودَاتُ (الصَّمَامَاتُ الثَّنَائِيَّةُ)

الدَّيُودَاتُ فِي دَارَةِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ، تُسَخَّرُ بِرِجَالِ
الْبَيَّارِ الْكَهْرَبَانِيَّةِ فِي آتَاءٍ وَاحِدٍ لَفْطٍ. وَهَكَذَا
فَبِهِ تَحْوُلُ الْبَيَّارِ الْبَاسِطِ إِلَى لُحَّاتٍ مِنَ الْبَيَّارِ
السَّيَرِ. تُصَنِّعُ بَعْضُ الدَّيُودَاتِ لِلْإِصْطِلَاحِ
بِالْبَيَّارَاتِ الضَّعِيفَةِ، بَيْنَمَا تُسْتَطْعُ أَنْ تُتَدَاوَلَ
بِالْبَيَّارَاتِ الْعَالِيَةِ جَدًّا. وَمِنْ الدَّيُودَاتِ مَا هُوَ
ضَوْءٌ (بَاعَثَ الْبُضْعَ) تُسْتَخْدَمُ كَصَمَامٍ دَلِيلٍ

التَرَانزِستُورَاتُ (المُخَوِّزَاتُ)

التَرَانزِستُورَاتُ مَقَوِّمَاتُ تُصَنِّعُ الْبَيَّارِ الْكَهْرَبَانِيَّةِ،
وَيُكَلِّفُهَا أَيْضًا وَحْدَةً وَلَفْطَةً. وَتَحْتَلِّقُ
التَرَانزِستُورَاتُ نَبْطًا لَمَعِي تَرْقُمُ الْإِشَارَاتِ الَّتِي
تُسْتَطْعُ تَدَاوُلُهَا. مُطْلَقُ التَرَانزِستُورَاتِ لَا
تُسْتَطْعُ بَيَّارُ بَضْعَةٍ عَلَى أَمِيرِيَّةٍ لَفْطٍ مِنْ تَوَرُّدٍ
قُطْبَتُهُ ١٢ نَاقِلًا أَوْ أَكْثَرَ. وَالتَرَانزِستُورَاتُ الَّتِي
تَتَدَاوَلُ قُدْرَاتٍ عَالِيَةٍ تُسَخَّرُ، لِمَا فَعَمَ تَوَرُّدُ بَاسِطٍ
فَرِيقِي مُزْعَجَةٍ، تَدْعَى بِوَالِجِ خَوَارِجِي، لِإِشْعَاجِ



مَقَوِّمَاتُ الدَايُودِ

الضَّوَاءُ

تَبَالُغُ الدَّيُودَاتُ الْبَاعِثَةِ
لِلضَّوَاءِ مِنْ مَوْجِلٍ شَيْءٍ مُؤَلَّصٍ فِي كَسْوَةٍ
لَدَائِقَةٍ. يَتَجَسَّدُ الدَّيُودَةُ نَبْطًا عِنْدَمَا يُتَرَبَّطُ
عِزْرُهُ. وَالدَّيُودَاتُ الضَّوئيةُ نَادِرَةٌ التَّعْطِيلِ جَدًّا
لِذَا تُسْتَخْدَمُ بَدَلًا مِنَ الصُّمَمَاتِ.

فِي وَجْهَةِ الْمَشِجَاحِ الْكَبِيرِ الْأَتُومَاتِيَّيِ أَعْلَاهُ،
يُوجَدُ مَقَوِّمٌ خُشْبَانِيٌّ لِلضَّوَاءِ، تَتَوَابَعُ الْمَقَوِّمَةُ
فِي الْمَتْنِ، وَتَتَأَلَّفُ مَادَّةٌ إِلِكْتُرُونِيَّةٌ بِهَذَا التَّغْيِيرِ
عَلَيْهِ قَبْزَارٌ لِمَنْزِلَةٍ لَبْلَاءُ.

المَقَوِّمَاتُ

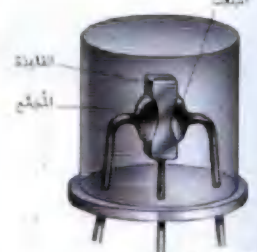
يَجْرِي الصُّخْرُفُ فِي شَيْخَةِ الْبَيَّارِ الشَّارِي فِي دَارَةِ
كَهْرَبَانِيَّةٍ بِالْمَقَوِّمَاتِ، عَالِثُ الْوَقْتُ الْعَالِي
الْمَقَوِّمَةُ يُعْمَلُ ثَبَاتًا صَغِيرًا لِبَيْئَةٍ. وَالْمَقَوِّمَاتُ
الْمُخَيَّرَةُ الْمَصْنُوعَةُ مِنَ الْكَرْبُونِ أَوْ الْأَسْلَاقِ
وَأَمَّا مُلَاصِ الْبَيَّارِ لِمَنْزِلَةٍ بِهَذَا التَّغْيِيرِ الْمَقَوِّمَةُ،
أَمَّا الْمَقَوِّمَاتُ الضَّوئيةُ الْإِصْطِلَاحِيَّةُ فَتُظَلُّ
مُقَابَرَتِهَا بِالْمُتَبَادَلِ الْبُضْعِ، كَمَا يَرَى مُعْظَمُ
الْمَقَوِّمَاتِ الْخَوَارِجِيَّةِ الْإِصْطِلَاحِيَّةِ (التَرَانزِستُورَاتِ)
لِئَلَّ مَقَوِّمَتِهَا بِأَرْتِقَاعِ حَرَسَةِ الْخَوَارِجِيَّةِ.



المُضْخِّمُ

يَجْرِي الْمُضْخِّمُ دَارَةً تَكْثُرُ الْإِشَارَةُ
الْكَهْرَبَانِيَّةِ الصَّغِيرَةِ، وَتُعَدُّهَا التَرَانزِستُورَاتُ
الْإِشَارَةُ الْمُضْخَّجَةُ (الْمُضْخَّجَاتُ) إِلَى الْجَهَّازِ.

الْمُضْخِّمُ



مَقَوِّمَاتُ التَرَانزِستُورِ

بِالْبَيَّارِ هَذَا التَرَانزِستُورُ مِنْ حَقِيقَةٍ شَيْءٍ مُؤَلَّصٍ فِي
الْبَيْئَةِ (الْبَيْئَةِ الْإِصْطِلَاحِيَّةِ) مُخَصَّوَةٌ بِسُطْحَةٍ
لِيُؤْتَلَ مِنْ الْمَطِّ مِنَ (الْبَيْئَةِ السَّلْبِيَّةِ).
الْبَيْئَةُ الْإِصْطِلَاحِيَّةُ هِيَ قَاعَةُ التَرَانزِستُورِ. أَمَّا
الْبَيْئَةُ الْخَارِجِيَّةُ فَهِيَ الْبَيْئَةُ الْإِصْطِلَاحِيَّةُ وَالْبَيْئَةُ.



الدَّيُودَاتُ الضَّوئيةُ

تُسْتَخْدَمُ الدَّيُودَاتُ الضَّوئيةُ لِإِثَارَةِ الْأَرْقَامِ
فِي بَعْضِ الْحَاسِبَاتِ، أَوْ كَمُؤَشِّرَاتٍ عَلَى
الْوَسَائِلِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ، وَتَتَأَلَّفُ مُؤَشِّرَاتُ
شُعْرَى الْغُصُونِ فِي بَعْضِ الشَّجَرَاتِ مِنْ
أَعْدَبٍ مِنْ هَذِهِ الدَّيُودَاتِ، إِذْ يَزْدَادُ غُلْظُ
الدَّيُودَاتِ الشَّعْرَةِ بِأَزْيَادٍ مُتَوَاتِلَةٍ الْغُصُونِ.

لِمَزيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

- الْكَهْرُوفَةُ (التَّحْلِيلُ بِالْكَهْرَبَاءِ) ص ٦٧
- الْكَهْرَبَاءُ الشَّارِيَّةُ ص ١١٨
- الْمَقَوِّمَاتُ الْكَهْرَبَانِيَّةُ ص ١٥٢
- الْأَرْقَامُ ص ١٦١
- الدَّيُودَاتُ الْمُشْكَكَةُ ص ١٧٠
- الْحَاسِبَاتُ ص ١٧٢
- خِلَاقٌ وَمَعْلُومَاتُ ص ٢١٠

الدَّاراتُ الْمُتَكَامِلَة

هناك جزءٌ صغيرٌ داخلَ اللعبة الإلكترونية يتحكَّم في سائر أنشطتها - يُحرِّك الأحرف أو الرُّموزَ على الشاشة، يُسجِّل الإصابات، ويُضِلُّ القلَّين إذا رِبَعَتْ أو خَسِرَتْ. هذا الجزء الصغير هو دائرةٌ مُتكاملة (أو رُقاقةٌ سليكونية) دقيقة لا تتجاوزُ مساحتها بضعةَ مليمتراتٍ مُربَّعة. الرُقاقة تُصنَّفُ المُقومات الإلكترونية كُلُّها؛ وهناك الآلاف منها على الرُقاقة السليكونية الدقيقة. تُؤدِّي الدَّاراتُ المتكاملة مُختلف المُهمَّات نفسها التي تقومُ بها الدَّاراتُ المصنوعة من مقومات إلكترونية مُنفصلة. والرُّقاقاتُ تكونها قليلة كلفة التصنيع وعالية الموثوقية، أسهمت في جعل المُعدَّات الإلكترونية أرخصَ ثمنًا وأصغرَ حجمًا وأكثرَ كفاءةً وفعاليةً.

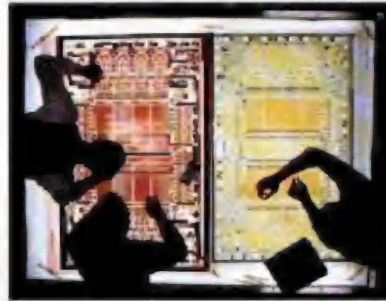


لُعبة إلكترونية

الثَّعبان الإلكتروني البدوي هي حاسباتٌ مُتَّزعة مُبرمجة لأداء عمل مُعيَّن فقط. فاللُعبة أعلاه تعرض على شاشتها مشهدًا فضائيًا يقوم به اللاعبون بإطلاق النار على الشَّخص الفضائي المُضايقة.

تصميم الدَّارة

قَبْل أن تُصنَّع الدَّارة المتكاملة، يُرسمُ مُهندسونٌ كثيرٌ لها بالتَّكامل وتُراجَع لِنُدقَةِ وحيث إن الدَّارات المتكاملة تُركَّبُ من طبقاتٍ، فإنَّ البُناءَ إلى تصميم كُلِّ طبقٍ على حدةٍ ورُسمها. ثُمَّ يُصنَّع من هذه التصميماتُ نُسخةٌ بتجميع الرُّقاقاتُ لأدنى التَّحيز.



الدَّاراتُ المُصَغَّرة

تُشكِّل دَاراتٌ مُتكاملةٌ مُجمَّدة في الوقت نفسه على الرُقاقة السليكونية، وهي تُبرَّج من بُدرة سليكونيَّة بقر. بعد التصنيع تُحَبَّر كُلُّ دائرةٍ بِمُقدِّرها الإلكتروني، ثُمَّ تُركَّبُ الدَّارات التي تُحتاجُ كُلُّ الاختبارات بنجاح في كسوةٍ لدائتيَّة أو خزنيَّة واقية.

الرُّقاقة السليكونية نيئة

صُنْعُ الرُّقاقات

تُصنَّعُ مقوماتُ الرُّقاقات بترتيبٍ مُتَّزعةٍ مُتَّزعةٍ من السطحين م و س و ث و د أخرى على القاعدة السليكونية، باستخدام التَّحاز المَحْن دليلاً، وتُستخدَم الحرارة والكيمياء في تشكيل المواد، وتُشجُّ التوليفات المختلفة مُقومات مُختلفة كالترانزستورات والدَّارات والمُقاومات والشكَّفات البُنية الشَّعة. إلى اليسار تُرَى لُحلاً من العراجل المُتعدِّدة التي يطوي عليها إنتاج مُقوِّمٍ واحدٍ على الرُقاقة - هو في هذه الحال ترانزستور من نوع خاصٍّ ذو إلكترونيَّة مُركَّزٍ مُقوِّل.

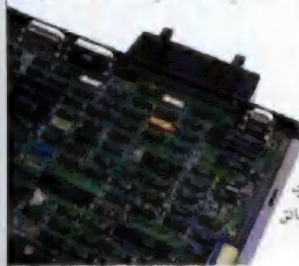


في داخل الرُقاقة

هذا جزءٌ من سطح رُقاقة سليكونية (قارة) مُتكاملة مُتَّزعة ١٠ مِثْرًا، وتُسمَّى التَّوصيلات بداراتٍ أخرى غير أسلاك رقيقة تُلصَّق بِرُسيدات تَحوِّل أطراف الرُقاقة.

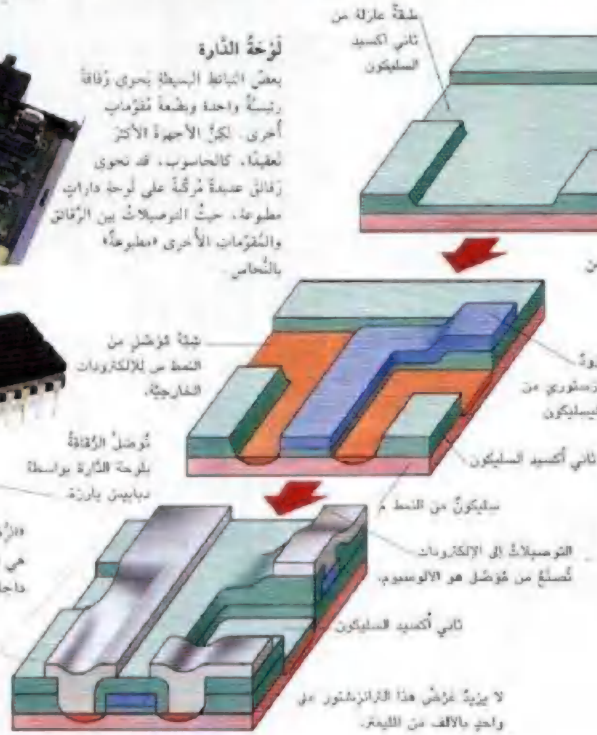
لُوحَةُ الدَّارة

بعضُ البُنايات البسيطة بحريَّة رُقاقة رئيسة واحدة وبضعة مقوماتٍ أخرى. لكنَّ الأجهزة الأخرى تُعقِّد، كالحاسوب، قد تحوي رُقاقات عديدة مُركَّبة على لُوحَةِ دَاراتٍ مطبوعة، حيثُ التَّوصيلات بين الرُّقاقات والمُقاومات الأخرى «مطبوعة» بالتَّحاز.



رُقاقةٌ كَبْسيَّة

الرُّقاقاتُ التي تُشاهِدها على لُوحَةِ دائرة هي في الحقيقة كَبْسيَّةٌ تحي رُقاقةٌ هي داخلها. وتُسمَّى التَّوصيلات بين الرُّقاقة ولُوحَةِ الدَّارة بِوَاطئة أملاكٍ من التَّحَبُّب تُصنَّعُ بِمُسامِرٍ مُلَوَّنَةٍ بَرَّازٍ من التَّحَبُّب. وهذه المِساميرُ تُلصَّقُ بِلُوحَةِ الدَّارة أو تُوصَلُ بالقَبْسي في مُقاييس خاصة.



لا يُمِيزُ غُرضُ هذا التَّرانزستور - على واحدٍ بالآلاف من اللُّبنة.

استخدام الدارات المتكاملة

تستخدم ثمانية الكرات (المُتَحَرِّجَة) والمسامير هذه دائرة متكاملة بسيطة تحوي عدة بوابات منطقية - تألفت الواحدة منها من بضعة ترانزستورات ومفومات أخرى. وتستجيب البوابة المنطقية لوجود أو غياب الإشارات الواردة، وتُضبط الخرج الملائم، وتُضغَلُ الرقاقة دائرياً شريطة مُلَوْنَة تَبَيَّن الشُّعْبَة التي تَدْخُلُها الكرات (المُزَيَّنَة)، وتُحَدِّدُ الرِّيحَ أو الحَسَاة. ولكي يربح اللاعب، عليه إدخال كرة واحدة على الأقل في كل من الشُّعْبَتَيْنِ الأزرق والأصفر، على ألا يُدْجَلُ الثَّابِتُ في الشُّعْبَةِ الأحمر. وفي حالة الرِّيح، يُضَيءُ الدَّائِرَةُ الأصفر كما يُضَيءُ الأحمر في حالة الحَسَاة.

ما لم تُدْخَلْ كُرَةُ الشُّعْبَةِ الأحمر «ج»، لا يحصل دُخُلٌ في بُوَاة «أ». وفي هذه الحال تُرْسَلُ إشارة الخُرْج إلى بُوَاة «و».

ملكو ضوء

تُعْطِي بُوَاة «و» للثلاثية الدُخُلَ إشارة خُرْج فقط عندما تتواجد إشارة في كُلِّ من مواقع الدُخُلِ الثلاثة. وهكذا تُعْطِي بُوَاة «و» مَرْجُحاً عندما تتواجد كُرَةُ في أحد الشُّعْبَتَيْنِ الأزرقين، وفي أحد الشُّعْبَتَيْنِ الأصفرين ولا كُرَاتٍ في الشُّعْبَةِ الأحمر. والخرُج من بُوَاة «و» يُضَيءُ الدَّائِرَةُ الأصفر دليلاً على الرِّيح.

بُوَاة «و»

تُعْطِي بُوَاة «و» المَرْجُوحَةُ الدُخُلَ خُرْجاً عندما تُسَلِّطُ إشارة إلى كلا موقعي الدُخُلِ.



الخرُج	الدخول ب	الدخول أ
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

بُوَاة «أ»
تُعْطِي بُوَاة «أ» المَرْجُوحَةُ الدُخُلَ خُرْجاً عندما تُسَلِّطُ إشارة إلى أحد موقعي الدُخُلِ أو كليهما.



الخرُج	الدخول ب	الدخول أ
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

بُوَاة «أ»
تُعْطِي بُوَاة «أ» مَرْجُحاً عندما لا تُسَلِّطُ إشارة إلى دخلها. كما لا تُعْطِي إشارة خُرْجَ بوجود إشارة دُخُل. أحياناً تُدعى بُوَاة «أ» عاكس القدر.



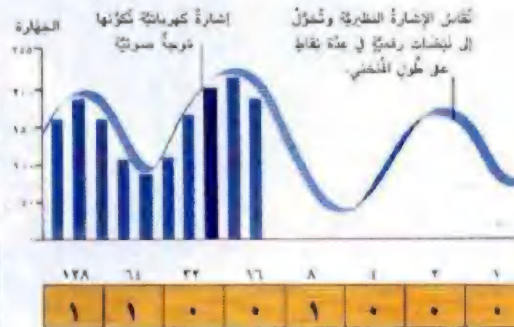
الخرُج	الدخول
1	0
0	1

قياس الإشارة

لتحويل الإشارة النظرية (القياسية) إلى إشارة رقمية، نقبس دائرة متكاملة شديدة الإشارة النظرية آلاف المرات كل ثانية. ثم تُحوَّلُ هذه القياسات إلى السطح الصحيح من الإشارات الرقمية.

لزيادة من المعلومات النظر

معلومات إلكترونية ص ١٦٨
الخصائص ص ١٧٢
لتسجيل الصوت ص ١٨٨
حقائق ومعلومات ص ٤١٠



القيمة ٣٠٠ تعبر عنها في الترميز الرقمي الثنائي بالعدد ١١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ الذي يساوي ١٢٨ + ٦٤ + ٣٢ + ١٦ + ٨ + ٤ + ٢ + ١ = ٢٥٥ (٢^٨ - ١).

البوابات المنطقية

تعمل البوابات المنطقية بإشارات رقمية - غالباً بوجود أو غياب قطعة موجهة ضعيفة. وتبين جداول الشواب نتائج تسليط الإشارات المنطقية على هذه البوابات. في جدول الشواب يُدَوَّن وجود الإشارة بالرقم ١ وعدم وجودها بالصفر (٠).

من النظري (القياسي) إلى الرقمي

تستخدم دوائر متكاملة مُصنَّعة حضيضاً لتحويل الإشارات النظرية، كالإشارة الصوتية، إلى أشكال رقمية يمكن تخزينها في أسطوانات مُدْمَجَة (مُزَوَّجَة) مثلاً. وهذا يكسب الصوت نوعية أفضل بكثير لأنه لا يُفْزَعُ بالتفجيم ولا يُفْطَقُ الأصوات الدخيلة. نقبس البلى في الأسطوانات المُسَجَّلَة والإشارات الرقمية يُعَادُ تحويلها عند الاستقبال أو الاستعدادة إلى إشارات نظرية (قياسية) هي، في الواقع، نسخ كهربائية نظرية للصوت أو الرقعة أو لإشارات أخرى، فتتميز بأستمرار. أمّا الإشارات الرقمية فتألف من بُعْثَاتٍ بسيطة من الوُضَلِ والفُطَلِ.

الحاسبات



مَكْنَةُ الْقُرُوفِ

هذه الحاسبة اليدوية المعقدة كانت أولى الحاسبات التي صنعها شارل باباج، وفيها أكثر من ٢٠٠٠ قطعة متحركة.



شارل باباج

في مطلع الثلاثينيات من القرن
التاسع عشر، صمم الرياضي
الإنكليزي شاول باباج
(١٧٢٩-١٨٧١) حاسبة
ميكانيكية سميت الحكة

تَحْلِيلِيَّةٌ، وَكَانَ مُفْرَضًا لَهَا أَنْ

تعمى مخزناً أو ذاكرة، للأرقام، ووخدة حاسبة لإجراء العمليات الحسابية حسب التعليمات الواردة من وخذة التحكم. وكان من خصص التصميم أن تغذى الخبذة بالعمليات (التراجم) مرتبطة كاتمايط من القوب في بطاقات مخزنة - بحيث تكون قابلة للرمجة (على عكس مكنات الفرق)، كما هي الحال في الحواسيب الحديثة التي اختصت أصلاً هذه الأفكار. لقد كرمنا بأج عدة سنوات من حياته وأفق الكثير من ثروته على هذه المكنة التي لم تر النور.

لُزِيحَةُ الْمُفَاتِيحِ

تُعَلِّمُ الْمَقَالِدُ خَلْفَ أَوْجِهَا الْمَفَاتِيحَ لِلْفَتْحِ
وَحِجْرَةٍ عِنْدَ صُغُرِ مَفَاتِيحِ الْأَرْقَامِ وَالْعَلَمَاتِ
الْأُخْرَى (مثل ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩) وَتَكْتُمُ
الْمَارَاتِ الْإِكْتِرَابِيَّةَ الْمُتَحَلِّاتِ إِلَى الْحَاصَةِ
فَيُضْرَبُهَا بِشَيْءٍ مُتَّفَقٍ، ثُمَّ تَقُومُ مَارَاتُ أُخْرَى
بِالْعَمَلَاتِ الْحَاصَةِ.

لزيادة من المعلومات أنظر

المعلم - كيف وماذا يعلمون! ص ١٤
الحلالي والنظريات ص ١٥٠
مقومات الكروية ص ١٦٨
الدوائر المتكاملة ص ١٧٠
الحواسيب ص ١٧٣
حقائق وتعليلات ص ٢١٠

حاسب الأعداد
 بعض الناس يستخدمون أصابعهم للعدّ والحساب، ولعلّ هذا هو
 سبب اعتمادنا النظام العشري أساساً لحساباتنا. نستخدم

حاسوب الأعداد

بعض الناس يستخدمون أصابعهم للعد والحساب، ولعل هذا هو سبب اعتمادنا الطعام العشري أساساً لحساباتنا. نستخدم نظام العد العشري الأرقام العشرة ٠ (صفر) إلى ٩ (تسعة). أمّا الحاسبات الإلكترونية الحديثة فتستخدم نظام العد الثنائي ذا الرقمين ٠ (صفر) و ١ (واحد). ذلك لأن الدارات الإلكترونية المصنعة لتعرف مستويات التشغيل فقط ثلثان الصفر (٠) والواحد (١).

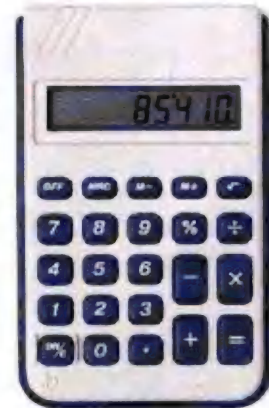
هي أبسط وأكثر موثوقة من الدارات المصنعة لتعرف مستويات عشر إشارات.

شكلكم



علاسن مفلاديه
تتجلى عند ضغط
الدار فويضة المفاتيح.

النظام الثاني

[illegible]

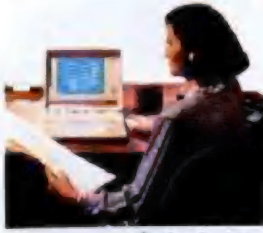
خَاصَّةُ الْجَيْبِ

خاتمة الخُطب - أعلام، تحتوي ذاكرة إضافية
تخزين الأعداد التي يُحتاج إليها في الحسبة
لاحقاً. كما يمكنها إيجاد الجذور التربيعية
للأعداد. والثنائيات تلتزم بها.

رُقَاةُ الْحَايِبَةِ

يحوي حايطة الجنب الحديث
قائمة واحدة تضم جميع الدارات
المُعقدة اللازمة لأجراء العمليات الحسابية
وفي داخل الرقاقة وحده معالجة مرتبطة تحسّم
في جميع العمليات وتستخدم ذكية الكترونية لتحزين
الاعاءاد المُستعملة في الحسابات والتعامل المعروضة

الحواسيب



الحاسوب المُصغَّر

الحاسوب المُصغَّر الحقيقي يُمكنُ الناس من العمل أثناء السفر. بعض هذه الحواسيب يختزن المعلومات في دائرة مُدايعة القدرة بينما يختزن بعضها الآخر المعلومات في وحدة تخزين مُركبة.



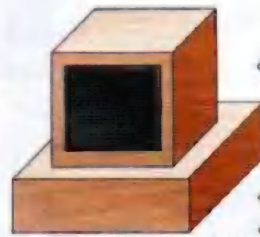
تَبَاطُغُ الإِخْرَاج

يُمكنك عادة مُساعدة عمل الحاسوب بِمُرافقة شاشته، كما يُمكنك الحصول على تسجيل دائم له في نُسخة مطبوعة، بِإرسال المعلومات في الحاسوب إلى الطابعة. أحياناً يُمكنك خُرج الحاسوب إلى حاسوب آخر عبر خطٍ تلفوني بِاستخدام الترميز (النُسخ المُشغَّلة)، وتُستعمل الحواسيب أيضاً لنقل توجيهاً إلى الروبوتات لِتُحرك حِثَّ وَحَيْثُها.

تستطيع الحواسيب مُساعدتك في كتابة الرسائل ورسم الصُور والسُلوَى بالألعاب وإجراء العمليات الحسابية بِسرعة، وفي القيام بِمُهمَّات عديدة أخرى. فقد يُلزمك مثلاً، ساعات لِاحْتِساب وتدوين جُداول ضرب العَدَد ١٢ حتى ٣٠٠٠ ضرب ١٢؛ لكنَّ الحاسوب يستطيع إنجاز ذلك في جدولٍ أنيق الطباعة خالٍ من الأخطاء ضِمَّن دقائق معدودات. يتناول الحاسوب النُصوص المُختلفة بِتخزينها ومُوراً تُشكِّل حُرُوف الأبجدية والفُصحى وعلامات الترقيم؛ وأُستخدَم الحاسوب في كتابة النُصوص وتحريرها بِسُمَّى مُعالجة الكلمات. ويُساعد الحاسوب أيضاً في إنتاج المُخططات والرُسوم البيانية دون الحاجة إلى ورق وأقلام. وفي أعمال النشر التُصديي يَجْمَع الحاسوب الكلمات والصُور لِإنتاج الجرائد والكُتُب والمجلات في المكتب. فِتْوَاجِد البرامِج والمُعَدَّات (العُتاد) الحاسوبية المُلائمة يُمكنك القيام بجميع هذه الأشياء وكثير غيرها.

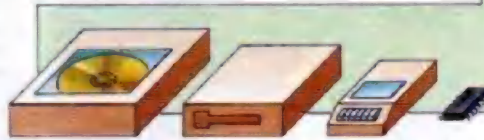
الحاسوب البيئي

الحاسوب المُتَوَلَّى النموذجي مُزوَّدة بِمُنافذ لِإدخال البيانات (المعلومات) والبرامِج. وفي داخله دوائر إلكترونية تقوم بالعمليات وتُرسل النتائج إلى مُنافذ الخُرج. ويُمكن الحاسوب بالبرامِج المُشجَّلة على المُشرط مغنطيسية أو أقراص مباشرة أو بِاستخدامها في وَحْدَةٍ خاصة؛ كما يُمكن تغذية المعلومات بِأُستخدام لوحة مفاتيح أو أُنْ سِطَة إِدْخَالٍ أخرى. أما خُرج الحاسوب فهو عادةً على شكل كلمات أو أرقام أو صُور تُعْرَضُ على شاشَةٍ أو تُقَرَّبُ على وَرَقٍ أو تُبَثَّتُ أصواتاً عبر الجِهاز. ويمكن تخزين هذا الخُرج على شريط أو قرص.



التخزين

الكِبَيات الضخمة من المعلومات والتعليمات التي يتناولها الحاسوب لا يَتِمُّ لها من تخزين. والتعليمات التي تولِّف البرامِج تُخزَّن عادةً كُتَباتٍ على أشرطة مغنطيسية أو أقراص؛ فتُعدَّى هذه التعليمات إلى الحاسوب وتُخزَّن مؤقتاً في رقائق الذاكرة. وهناك رقائق أخرى في الحاسوب تُخزَّن التعليمات على الدرام - كِبَيات الرسائل التي تُعْرَضُ على الشاشة لِتُشَيِّ السُتخدِم ما يَعلَن تالفاً. وكثيراً ما تُستخدَم الأشرطة المغنطيسية والأقراص أيضاً لِتخزين ما أُنتِج من أعمالٍ على الحاسوب.



تُستخدَم الأسطوانة المُدَوَّنة الواحدة، ذاك التُكْوَرُّ القُرَاطِيَّة فقط، لِتخزين كُتَبٍ ضخمة من المعلومات - كُتَبات ومُدَّة كُتَب مُتَدَّة. تُستخدَم الأقراص المُدَوَّنة كُتَباتٍ في أسرع مُدَّة من الكُتَبات المُدَوَّنة. تُخزَّن البرامِج والمعلومات كُتَباتٍ في الأقراص المُدَوَّنة. تُستخدَم الأقراص المُدَوَّنة كُتَباتٍ في الأقراص المُدَوَّنة. تُستخدَم الأقراص المُدَوَّنة كُتَباتٍ في الأقراص المُدَوَّنة.



تَبَاطُغُ الإِدْخَال

الحواسيب المُتعددة الأغراض لها لوحة مفاتيح تُضمِّن جميع حُرُوف وأرقام الآت الكاتبة، بالإضافة إلى بضعة مفاتيح أخرى. وتُستخدَم لوحة المفاتيح في لعبة الحاسوب بالكلمات والأرقام، كما أيضاً في طباعة التوجيهات وهي تعريكَ اللابيز أو الأشياء هنا وهناك على الشاشة في اللعب. لكنَّ هناك مُنافذ إِدْخَالٍ أخرى قد تكون أحياناً أكثر إبداعاً، فبعض النُسخ مثلاً أَفْضَل من لوحة المفاتيح في تَوجُّب الأشياء المُتحرِّكة في الألعاب، كما أنَّ مُارَةَ الحاسوب يمكن تحريكها على المُداراة لِتُحرك مؤشِّر على الشاشة. ويُمكن أُستخدَم مُارَةَ الحاسوب أيضاً في رسم الصُور، لكنَّ لوحة المُخططات أيسر أُستخدَمَ في ذلك. والعلامات الموسيقية يمكن إِدْخَالها بلوحة مفاتيح كما الآت الكاتبة، لكنَّ من الأسير والأفضل أُستخدَم لوحة مفاتيح موسيقية مُتَضمِّنة عَظْمُها لِهَذَا القُرَص.

العتاد والبرامجيات

يحتاج الحاسوب إلى مُدَبَّن (غُتاف مَادِّي) لاطمَع معلومات وتعليمات (برامجيات)، بالإضافة إلى برامج تُقَمِّم لُشغَلُها. كي تُنَجِّز أعمالاً مُفِيدَةً، يتعامل الحاسوب بالمعلومات والتعليمات على شكل إشارات إلكترونية تُعَمَّلُ أَحَادُ وَأَعْصافُ النظام الثنائي. إن كتابة البرامج على هذا الشكل تستغرق وقتاً طويلاً. لذا تجري كتابتها بعلامات برمجية حاسوبية تُسمَّى الإِنْكِلَابِيَّةُ نَوْعاً، وهذه العَلَامَاتُ تُحَوَّلُ أَوْتُومَاتِيًّا إلى شكل يفهمه الحاسوب.

الحاسوب

المعاشات الشخصية صندوق يحوي الوحدات
الاقتصادية الرئيسية، وتحتها بمقاس لتوصيل قاطع
الإعداد وأوجه المعاني والمقاييس وأجهزة
أخرى. ترتب وتحدث الأفراس (الشئذ سؤالات)
عادة داخل الصندوق لكن الجهاز يروى غالتة حقايس
لتوصيل سؤالات أفراس أخرى.

توجد هذه المقاليـة
(المفاتيح) الخـمسة تحت
لوحـة المفاتيح.

لَوْحَةُ الْمَفَاتِيحِ

لوحة المفاتيح نفسها الكثير
من مفاتيح الصداقة الأرواح
موضوعة بالحروف وتُسمى أخرى.
والذي يحدث عند كَيْس مفاتيح
تُسمى منها يُوقَف على كلمة بَرِيَّة
الحاسوب. فقد نغم من ضغطه المفاتيح حرفاً
هائلاً على الشاشة، أو تحرك شخصاً في
أحدى ألعاب المغامرة والتألق.

الحواشي

١٦٤٢ ميلادي (١٦٢٣ - ١٦٦٢) : سفير ملكة
حاجية مكيالكلي
١٨٠٥ - جورج بانكس (١٧٥٢ - ١٨٣٦) : شيخ
برقي أديوان تقيت الطائفة العلوية بطرابلس
لبنانية. وقد استُخدم من قبل الطوائف في
الحوليات لأجلها
١٨٣٣ - شارب باناخ : تصمم المكة النبوية -
لقد حاسب عامة الأعراس قبل الحرب
١٨٩٠ - فرانس هولبرث (١٨١٠ - ١٨٧٤)
استحدث نظام الطوائف المقلدة، فسرّاً إهداء
الكنائس في الولايات المتحدة الأمريكية من قبل
الشركات
١٩٦٦ : المهندسين في الولايات المتحدة
يصنعون أول حاسوب الكتروني رقمي
١٩٥١ : قبل المهندسين أنه يصنعون شيفرا
- أول حاسوب رقمي من نظائره
شهرة شيفرة لاندل فستام

المرقاب

العراق أو وحدة العرض العربي، هو عادة وحدة
تتضمن برمجتها كُتِبَ بالحاسوب. تصنع مرافق
الحاسوب بحيث تعطي صورة عالية الجودة - بقراءة
على الشاشة فيها دون إجهاد العين. بعض الحواسيب
على اتصال دائم بمرقاب.

المراقبة التوفيرية

الحاسوب الرخوة نحو مطلقاً
وإن إشارات الحاسوب إلى إشارات
فيها بالإشارات التي تجعل البرامج
الطريقة. وهذا يمكن من مؤلفه هذه
الإشارات ونحوها على جهاز
بليزبون عادي، غير أن نوعاً الطور
لا تعني تلك التي تؤثرها التوافق
المستمر بالحاسوب، وقد تتغير
إلى الكلمات عليها.

المطبعة
أو المطبعة

الوشول العشوائي

وَعَدَّةُ
الْمَعَالِجَةِ

الإدخال عن طريق
لوحة المفاتيح



وَحَدَّةُ الْمُعَالَجَةِ الْمُرَكَّبَةُ

وشدة العلاج الدوائي في مركز عمليات الحاسوب، وتأتى من أعداد كبيرة من الدوائر الإلكترونية المتفجرة في وقت واحد أثناء أعمال الصيانة الطارئة. تطلق هذه الوحدة التعطيات من لوحة المفاتيح ومن أخطاء القرط فقط، كما من أخطاء الإدخال العشوائي، وشبهها أيضا إرسال البيانات أو التعطيات للبحرين في حالة أخطاء الإدخال العشوائي، وإرسال البيانات إلى المرفق (والى سائط الخرج الأخرى).

لزيادة من المعلومات العظمى

العلماء - كيف وماذا يعملون؟ ص ١٤
 القبط ص ١٥٤
 التفرغون ص ١٦٦
 المدارس المتكاملة ص ١٧٠
 الحاسبات ص ١٧٢
 استخدام التوازي ص ١٧٥
 خرائط ومعلومات ص ٢١٠

تجوي الكثر من الحواسيب
مزاولة اقران ممتنسية
ضلها (جاسنة) شنته
فيها اشراف الرامح
والعطيات والاقران
الصلة في عطيتها لا
يكن لها من الكنة

الإفراص المُرَّة، في أغلبها اللسانية
الواقية، ويكتنك الإفراص الملحة
تُكرَّر نزعها من الحاسوب.

فاكرات الحاسوب

تَحَوَّنَ رَقَاتِي مَذَابِرَ الْفِرَاقِ
فَطَهَّ الْمَعْلُومَاتُ الَّتِي يَحْتَاجُهَا
الْحَاسِبُ عَلَى الدَّرَامِ وَتَزَلَّتْ رَقَاتِي
أُخْرَى مَذَابِرَ الْوُصُولِ الْعُثْوَانِي «مَذَابِرُ»
فَطَهَّ ثَبِيءَ الْكِتَابِ يَشْفِي مِمَّا الْحَاسِبُ
لَهَا شَيْئًا فَيَسَا «مَذَابِرُ الْوُصُولِ الْعُثْوَانِي» ثَبِيءَ
الْحَاسِبُ مَعْلُومَاتُ يَسْتَطِيعُ اسْتِخْدَامُهَا وَتَغْيِيرُهَا عِنْدَ
الْوُجُودِ تَقَدُّدٌ عِنْدَ وَثَقِ الْحَاسِبِ وَالْأَقْرَبُ إِلَيَّ
الْمَذَابِرُ مِمَّا قَرَأْتُ الْمَعْلُومَاتُ مِنَ الْوُجُودِ

استخدام الحواسيب

الحواسيب البيئية، في معظمها، ذات برامج متعددة، فيمكن استخدامها بطرق مختلفة في الألعاب الحاسوبية مثلاً، أو في معالجة الكلمات. لكن الكثير من الحواسيب هي مكائن مكرسة تختص بعمل واحد فقط، وتختلف شكلاً عن سواها. فمكة صرب القند في المصارف مثلاً، تستخدم التقنية الحاسوبية لتدقيق حسابات الزبائن وتمكنهم من سحب النقود. والمكينة المصرفية هذه هي مطراف حاسوبي متصل بحاسوب المصرف المركزي حيث تُحفظ تفاصيل حسابات الزبائن.

ونستخدم الحواسيب المتخصصة أيضاً في التحكم بالعمليات الصناعية وأنظمة النقل، أو في محاكاة أوضاع الحياة الواقعية (كقيادة الطائرات مثلاً) لأغراض البحث والتدريب.

المحاكاة

يُدرَّب الطيارون ليصبحوا خبراء في قيادة الطائرات الحديثة المعقدة، حتى قبل أن يركبوا طائرة حقيقية. وذلك بفضل ترقية المحاكاة المتحكم بها حاسوبياً. فالحواسيب تجعل ترقية المحاكاة تستجيب لمتطلبات التأثيرات كما الطائرة الحقيقية، من تحريك وتيل في مختلف الاتجاهات. وتعرض لوحات التحكم قراءات وأرقاماً واقعية لقياسات كالارتفاع والسرعة ومقدار الوقود المتبقي في كل حزان.



نوافذ حقيقية

نستخدم لحظطات الرسوم الحاسوبية لخلق مناظر واقعية، في الواقع جهاز محاكاة الطيران. تتميز نماذجها كما تتميز المشاهد الحقيقية في طائرة سارة. وهذا أمر بالغ الأهمية لإعطاء الطيار التدريب واقعاً جدياً بما يشعُر به قائد طائرة حقيقية.

الطيارون المدربون يسجلون بكافة القوى وتشاعر كما لو أنهم في طائرة حقيقية لأن أجهزة التحكم في مقصورة القيادة تُشغّل مكابس مضخة شبيهة بالمركبة كأي طائرة.

ذكاء الحواسيب

هل الحواسيب ذكية؟ بعض حواسيب الشطرنج تستطيع التعلُّب على معظم الناس لأن ذاكرتها الإلكترونية الشاسعة تسمح لها بأحساب جميع التحركات المحتملة مسبقاً. والغالب غير مُتفقين إن كان هذا ذكاء أم لا. والشكك الرئيسي هي عدم توانيهم على مائة الذكاء. والنقطة الجوهرية هي أن الحواسيب لا تفهم ما تقوم به!



يُختلَر تصميم السيارة هذا لقائمة الهواء باستخدام حاسوب كراي الفائق.



التصميم

المعمان حاسوبياً

طريقة تصميم الأبنية باستخدام لحظطات الرسم الحاسوبية، تُعَدُّ المعلومات كاملة إلى الحاسوب الذي يقرض لحظطات التي تتطلب على الشاشة. ثم يُعَدُّ الحاسوب بطرق لتجلب لاختلاف اختيار التصميم. لتتحقق بذلك أجزاء التصميم الركيكة، وتجرى الحسابات عليها.



الآن تورنغ

أسهم عالم الرياضيات البريطاني الآن تورنغ (١٩١٢-١٩٥٤) بشكل رئيسي في وضع النظريات المستخدمة في الحوسبة الحديثة. وقد ساعد في تطوير الشايك الإلكتروني والأفكار التي استُخدمت في فك رموز الرسائل السرية الألمانية خلال الحرب العالمية الثانية (١٩٢٥-١٩٥٤). وكان أول من أشار إلى إمكانية «الذكاء» في الحواسيب.



يُشغِّل اللاعب عبر حُلُوته الأصوات ويُشاهد ما قد يعلِّمه فيما لو كان يعلِّم بلوت النيس.

فريد من المعلومات فطر

العلماء - كيف وماذا يعملون؟ ص ١٤
الحواسيب ص ١٥٣
الروبوتات ص ١٧٦
الأصوات الإلكترونية ص ١٨٩

الرُّبُوطَات

مُعْظَمُ الرُّبُوطَات التي نَشايدُها في الأفلام تُشَبِّهُ البَشَرَ إلى حَدٍّ - فهي تمشي وتكَلِّم وتعالِج ما قد يَحْتَرِضُها من مَشاكِل . الحقيقة أَنَّ مُعْظَمَ الرُّبُوطَات لا تُشَبِّهُها، وأَكْثَرُها يَتَوَاجَدُ في المِصْنَعِ . وروبوُط المِصْنَعِ في الغالب أحاديُّ الدَّرَجِ عَديمُ الرِّجْلين، ويتولَّى مُهِمَّةً واحدةً فقط . تتحكَّم الحواسِبُ في رُبوُطات المِصْنَعِ عِزَّ التعليمات المُخزَّنة في ذاكرتها الإلكترونيَّة . ولَعَلَّ السَّيْلَ الأفضَلَ لِتَسجيل الحَرَكَات والتعليمات المُطلوبة لِشُغْلَةِ إِيكَالِ عامِلٍ بَشَرِيٍّ ماهِرٍ بِأداء المُهِمَّةِ أوْلاً . فَيُخزَّنُ ما يَقُومُ به العامِلُ من حَرَكَاتٍ كإِشاراتٍ إلكترونيَّةٍ يَعملُ الحاسِبُ على جَعْلِ الرُّبوُطِ يُحاكيها بِدِقَّةٍ . والرُّبُوطاتُ المُختلفةُ تُؤدِّي مُهِمَّاتٌ مُختلفةً كحَقْلِ البُضائع واللِّحامِ وأَسْتِكشاف الكواكب .



التخلُّص من القنابل

يستطيع خِزَّاءُ التخلُّص من القنابل مُعَضِّعُ الأسماء المشويشة بأماناً . يَستَغلُّ هذا الرُّبوُط التَّسَرُّك فِكاسرات القنطرة المُغلقة الدَّائرة لِيُزيلَ إِيَّاهُم، ويَحمي على مُعلِّق مأمون، مُنَوِّراً شُعاعاً للأجسام المُشْتَبَّه بها ومُحتبَّاتِها . والرُّبوُط مُحقِّقٌ بأبواب تَنفَاقَ لِلحصول على ضَرْبٍ واضِحَةٍ لِيَلْمَ . وَتُستَخدَمُ التَّكافُرُ البَعدِيُّ المُحكِّمُ، في طَرفِ اللِّحامِ المُتَبدِّلُ لِانْفِصافِ الأجسام المُشْتَبَّه بها وإِيعادها .

هوائِيَّةُ الاتِّصالِ مع خِيزر القنابل



كاميرا تلفزيونية
شُعاع الدَّائرة

مُزاع

في فيلم «خرب النجوم» الرُّبُوطَات تُشَبِّهُ البَشَرَ لَوَقاً . فاحْشَا (سي ٣٧ بي أو) يستطيع التَّواصل بِثَلَاثَةِ مِلايين طَرِيقَةٍ مُختلفة، والرُّبوُط «أر ٢» في ٢٢ تُجيدُ تَصْلِيقُ الشُّلُوكِ المُضاعِفَةِ . والرُّبُوطَاتُ الحَلِيقِيَّةُ لَست طَليقاً على هذا القَدَرِ من تَعَدُّدِ المَهاراتِ ؛ لَكِنَّها . حائِلَةٌ . ما يُمكنُها التَّعامُلُ بِالتَّرجُمَاتِ البَسيطَةِ . وأخَرُ يُستَخدَمُ لِإِخراج بعض التَّصلُّفات المُشَدَّدة .



التَّعلُّيمَةُ المُرتَدَّةُ

الأجسام المُشَدَّدةُ المُحكِّمَةُ قد تُستَخدَمُ لِتَواضِعِ كِثافَةِ الرُّبُوطِ عِندَ انْفِصافِها ؛ فَيَعملُ مُحْشَا الصَّغْطِ . عِزَّ إِيشارَةِ مُرتَدَّةٍ إلى عِزَّةِ المُحكِّمِ ، على تَحَدِيدِ بَعدِ الشُّدِّ اللازم لِلمُحكِّمِ المُوطَّدِ وَوَقْتُ أَنْ يَستَخدِمَ في التَّضَعُّقِ المُستَخدَمِ عليها .

الحَقِيقَةُ قَرباً المُحكِّمِ

شُعاعُ كَشَافِ
أَوْتَمَاتِيَّةٌ تُشعِّرُ من الحَرَكةِ قُوَّةً لَوَظِيٍّ وَفَرَدِ

تَأَلَّفَ مَشْرُوعُ قَائِمَتِها إلى كَوْنِها مِنَ عِزَّتِيَّةِ العِزَّةِ لِلدَّائِرَةِ حَصَلَتْ عِزَّةُ البُيُوتِ المُرَوجَةِ الرُّبُوطَاتِ وَخَفَظَها حَتَّى يَلْقَها مِزارُ المُرَيجِ

بَعْدَ إلى المُرَيجِ

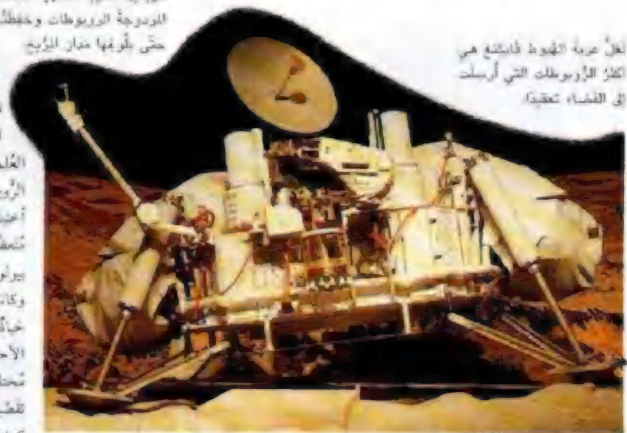
شُكِّلَتْ على سَطحِ المُرَيجِ عام ١٩٧٦ عِزَّةٌ قَائِمَتِها المُرَوجَةُ الرُّبُوطَاتِ في بَلاطِي تَلَقَّي العُلَماة لِتَواضِعِ الحِياةِ في المُرَيجِ الرُّبُوطَاتِ عِزَّةُ القُرابِ وأخَرها أَخْبَارُابِ لِلتَّكشِفِ عَن وَجُودِ مُتَظَنِّياتٍ حَيَّةٍ فيه ، أَشْتَهَدَتِها مُتَظَنِّياتُ بِيُولُوجِيَا أَيْدٍ حَتَّيْضاً لِهَذَا العِزَّةِ ؛ وَكَانَتْ التَّناوُغُ سَاطِئَةً . لَكِنَّها زُيِّنَتْ مُوجَدَةً خِفاءً في مَوقِعِ أَخَرٍ من هذا الكَوْنِ الأَحْمَرِ . وَلَعَلَّها تُكَوَّنُ بِأَشْكالٍ مُتَخلِّفةٍ عِنا نَعْمَته - دَروِيُوطُ القَائِمَتِ تَلْقَاشُ طَيفَ الحِياةِ المُضَوَّرةِ الكِيبِيَّة . كما نَعْمَها على الأَرْضِ !

الرُّبُوطَاتُ الصَّناعِيَّةُ

يَقُومُ الرُّبُوطُ حَملاً بِإِيجامِ الأَجْزاءِ المَعْدَنِيَّةِ في مَصْنَعِ إِيسْيارَتِ ؟ في حين يَقُومُ غَيْرُهُ بِزَيِّنِ هِياكِلِ السَّارَاتِ بِالْمَعْدَنِ . والرُّبُوطَاتُ لا تُعْصِدُ دُرْعاً بِأَداءِ الوظيفَةِ نَفسِها يَومِيًّا ، كما البَشَرُ . وَهي تُستَخدَمُ مُواضِلَةَ العَمَلِ حِوْلَ كُلِّ أَو تَوَقُّفِ إِيسْيارَتِ أَطْوَلِ .

لِزِيدِ مِنَ المَعلُومَاتِ مُنظَرِ

الكَرْبُونُ	٤٠ ص
الْحَاسِبُ	١٧٣ ص
الْمُرَيجُ	٢٨٨ ص
السَّوَابِرُ المُضاعِفَةُ	٣٠١ ص



الصَّوْتُ والضَّوء

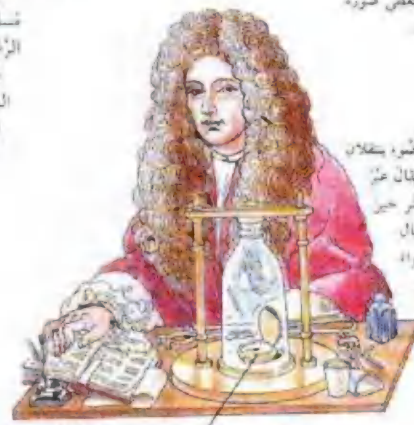
الصَّوْتُ والضَّوء مُتَمَاثِلَانِ فِي بَعْضِ خَوَاصِمَهُمَا وَمُخْتَلِفَانِ فِي خَوَاصِّ أُخْرَى. فَالْأَصْوَاتُ الَّتِي نَسْمَعُهَا وَالْمَشَاهِدُ الَّتِي تَرَاهَا نَصِلُنَا كطَاقَةٍ صَوْتِيَّةٍ أَوْ صَوْتِيَّةٍ عَلَى شَكْلِ تَمَوُّجَاتٍ تَخْتَلِفُ نَوْعًا وَتَرَدُّدًا، طَاقَةُ الضَّوءِ مِنَ الشَّمْسِ تُدْفِقُ الْأَرْضَ وَتُسَخِّرُ بَيَاضَ الْجِلْدِ وَتَنْمِي الزَّرْعَ. وَطَاقَةُ الصَّوْتِ تَذْبِذِبُ الْأَشْيَاءَ بِرَقَّةِ النِّعَمِ أَوْ تَهْزِئُهَا بِعُنفٍ قَدْ يُخْطِمْ زُجَاجَ الْمَبَانِي فِي دَوَى أَخْتِرَاقٍ نَفَاثَةٍ جِدَارِ الصَّوْتِ! لَكِنَّ الصَّوْتِ لَا يَنْتَقِلُ إِلَّا فِي الْمَادَّةِ، غَازِيَةً أَوْ سَائِلَةً أَوْ جَامِدَةً، فِي حِينٍ يَنْتَقِلُ الضَّوءُ فِي الْمَوَادِّ الشَّفَافَةِ كَمَا فِي الْفَرَاغِ - فَتَحْنُ تَرَى النُّجُومَ الْمَحِيقَةَ الْبَعْدَ بِالنُّورِ الصَّادِرِ مِنْهَا قَبْلَ آلَافِ السَّنِينَ.



الرَّعْدُ وَالْبَرْقُ

صَوْرَةُ الصَّاعِقَةِ تُظَلِّلُ كَسَلِيَّاتِ

صَحْنَةً مِنَ الطَّاقَةِ الضَّوِّيَّةِ وَالصَّوْتِيَّةِ بِحَيْثُ يُصْغَرُ سَمَاعُ مَرْبِحِيهَا وَرُؤْيَا وَمِصْبِهَا مِنْ تَسَافَاتٍ بَعِيدَةٍ جِدًّا. وَنَحْنُ نَرَى الْبَرْقَ قَبْلَ سَمَاعِ الرَّعْدِ لِأَنَّ الضَّوءَ أَسْرَعَ مِنَ الصَّوْتِ بِخَوَالٍ بِلْيُونِ مَرَّةٍ - فَتَسَافِدُ الْبَرْقَ بَعْدَ بَضْعَةِ أَجْزَاءٍ مِنَ الْجَلِيلُونَ مِنَ الثَّانِيَةِ عَلَى حُدُودِهِ، لَكِنَّهُ قَدْ لَا نَسْمَعُ الرَّعْدَ إِلَّا بَعْدَ بَضْعِ نَوَالٍ - عَلَيْنَا أَنْهَذَا مُتَرَامِنَا الْخُدُودِ.



رُوْنِدَتِ بُوْنِدِ

بَدَوْتُ تَنَاقُشُ الشَّعَاعَةَ لِحَفَّتِ تَدْرِيجِيًّا حَتَّى أَلْقَطْتُ انْتِهَا بَضْعَ الْهَوَاءِ خَارِجَ الْفَاقُوسِ

تَنَاقُشُ خُصَّةَ الْإِلَهِيَّاتِ الْمَصْرُورَةِ هَذِهِ سَنَ ٢٠٠٠ لَيْقَةً.

الفَضَاءُ الصَّابِتُ

لَيْسَ فِي الْفَضَاءِ هَوَاءٌ، وَبِالْثَّانِي فَلَا تُسْمَعُ أَصْوَاتٌ هَهُ. لَدَا يَنْتَقِلُ رُؤَاةُ الْفَضَاءِ بَعْضُهُمْ بَعْضًا بِوَاسِطَةِ الرَّادِيُو، لِأَنَّ الْأَمْوَاجَ الرَّادِيُوِيَّةَ بِخِلَافِ أَمْوَاجِ الصَّوْتِ، تَسْتَطِيعُ الْإِسْفَالُ فِي الْفَرَاغِ - وَالرُّوَادَةُ يَرَوْنَ بَعْضُهُمْ بَعْضًا فِي الْفَضَاءِ لِأَنَّ الضَّوءَ، كَالْأَمْوَاجِ الرَّادِيُوِيَّةِ، يَنْتَقِلُ عَنِ الْفَرَاغِ.

الصُّورُ الصَّوْتِيَّةُ

نَجْمُ الْكَامِرَاتِ الضَّوئيةِ لِكَيْزِدَ صُورًا عَلَى الْفِلْمِ أَوْ عَلَى شَائِئِ الْفِلْمِزِينِ، وَالصَّوْتُ قَادِرٌ عَلَى تَكْرِيكِ الْفِلْمِزِينِ أَيْضًا. فَمَا مِثْلُ صَوْرَةِ لَحْنٍ، فِي زَجَمِ أَتَمَ، بِالْأَصْدَاءِ الصَّوْتِيَّةِ. هَذِهِ الْأَصْدَاءُ الصَّوْتِيَّةُ تُحْدِلُهَا الْأَمْوَاجُ قَوِيَّةُ الشَّعْبَةِ الْعَالِيَةِ التَّرَدُّدِ حَقًّا. انْتِهَا عِبْرَتَا جَسَدِ الْأُمِّ فَتُسْجَلُ الْأَصْدَاءُ حَاسُوبِيًّا لِتَعْطَى صَوْرَةً لِلتَّكَلُّفِ قَبْلَ أَنْ تُولَدَ.



تَكُونُ الْمَشْهُورَةُ لِمَسْبُوحَاتِهَا

الْفَاقُوسُ الصَّابِتُ

كَانَ الْفِيلَسُوفُ الْإِسْرَافِيُّ الشَّهِيرُ، أَوْسَطُوهُ، يَحْتَفِدُ أَنَّ كَيْلَ الْقُوَّاتِ وَالضَّوءِ يَنْتَقِلَانِ عَنِ الْهَوَاءِ كَمَا الْأَمْوَاجُ فِي السَّحَرِ وَأَنَّهُمَا بِالْثَّانِي لَا يَسْتَطِيعَانِ الْإِسْفَالُ عَنِ الْفَرَاغِ. وَلَمْ يَكُنْ آخِرًا نَظَرِيَّةُ أَرْسَطُو سَمَكَةً قَبْلَ الْقَرْنِ السَّابِعِ عَشَرَ حِينَ لَمَّحَ الْعِلْمَاءُ مِنْ إِحْدَاثِ فَرَاغٍ كَامِلٍ. وَالتَّجَرُّبَةُ الْأَشْهُرُ فِي هَذَا السَّجَالِ أَجْرَاهَا الْعَالِمُ الْإِسْرَافِيُّ، رُوْنِدَتِ بُوْنِدِ، عَامَ ١٦٥٨. لَقَدْ سَخَّطَ الْهَوَاءَ بِطَلْعِ مَنْ بَافَرِسَ رُجَاحِينَ بِحَوِي سَاعَةِ تَكَاكُفٍ، وَلَاحَظَ أَتَمَّافَ صَوْتِ تَكَاكُفِ السَّاعَةِ تَدْرِيجِيًّا، ثُمَّ تَمَافَا عِنْدَمَا أَوْرَعَ الْفَاقُوسَ مِنَ الْهَوَاءِ فَاسْتَجَبَ بُوْنِدِ أَنَّ الصَّوْتِ يَنْتَقِلُ بِالْهَوَاءِ إِلَى لَفَاتِنَا، وَأَنَّ مَا تَوَلَّفَهُ أَرْسَطُو صَحِيحٌ بِالنِّسْبَةِ لِلْمَشُورِ.

الْإِتِّصَالَاتُ

الصَّوْتُ وَالضَّوءُ تَلَامُفَا وَسِيلَةً تَرَاوُشَ، فَبَاصُوْنَاتِنَا تَحَادَثَتْ، وَبِالضَّوءِ، يَرَى وَاجِدُنَا الْأَخِيرَ. وَالْأَنْطُمَةُ التَّهْلُوفَاتُ تَمَوُّجُ الْأَصْوَاتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرِبَائِيَّةٍ تَنْتَقِلُ سَالِكِيًّا أَوْ لَاحِظِيًّا عَنِ الشَّوَالِ إِلَى جَمِيعِ أَنْحَاءِ الْعَالَمِ. وَتُسْتَعْمَلُ سَمَكَاتُ الْإِتِّصَالِ الْحَبِيبَةِ الْأَلْيَافِ الْبَصْرَةِ لِتَقْلِي الْمَعْلُومَاتِ، فَتَحْبَلُ الْبُيُوتُ الضَّوْيِيَّةُ الْمُكَافِئَاتُ التَّهْلُوفَةِ وَالضَّوءِ التَّهْلُوفَةِ وَالْبَيَانَاتُ الْحَاسُوبِيَّةُ فِي قَوْلِي مِنَ الْأَلْيَافِ الرَّجَائِيَّةِ الدَّقِيقَةِ.



الصوت



الذبذبات

تذبذب قرص الناقوس عند قرعته - فهذه
بسرعة إلى الأمام وإياباً داخلًا وخارجًا جزيئات الهواء حولها
حيث ودعائها، جاعلاً ضغط الهواء يتغير ويهبط. وتنتقل
تغيرات الضغط هذه بتصادمات جزيئات الهواء تالفة
التموجات الصوتية بعيداً عن الجرس كتضاغطات حيث
يزداد ضغط الهواء وتخلخلات حيث ينخفض.

خزعة طرف النابض
إلى أعلى وإلى أسفل
لإرسال موجة
كثيرة عذبة عليه.

نحن نعيش في عالم يعبج بالأصوات؛ بعضها يحدث طبيعياً - كقصص الرعد،
وزمجرة أمواج البحر المنكسرة على الشواطئ، وهزيز الرياح؛ وبعضها الآخر يُنتج
لهدف معين - كقرقرة العصافير لجذب الولف، وصري الخفافيش لتحديد موقع
الغريسة، وكلام الناس للتواصل فيما بينهم. بعض الأصوات لا يبدو كونه صحيحاً
مزعجاً بلوث البيئة؛ كضجيج حركة المرور، وهدير الطائرات، وجلبة
مكينات المصانع. الأصوات على اختلافها سببها الاهتزاز أو الذبذبة
- أي الحركة السريعة للجسيمات المادة يرتطم بعضها ببعض
ناقلة الطاقة كنبض أو موجة متحركة. يمكنك تحسس
الذبذبات الصوتية بوضع أطراف أصابعك على
خديك أثناء التكلم، أو لمس جرس الدراجة
برفق وهو يرن.

الضوء الموجة



شدة طرف النابض نحو الداخل
والخارج لإرسال موجة طولية
عن أليافه.



أمواج الطاقة

عندما ترمي حجراً في الماء، تنتشر الأمواج من مركز مغاص
متحركة عبر السطح مع ذبذبة جزيئات الماء شعوقاً ومترجلاً متعامدة مع اتجاه
نسار الموجة. ويعرف هذا النوع من الأمواج بالأمواج المستعرضة. لكن
عندما تنتقل موجة صوتية عبر الهواء، فإن جزيئات الهواء تتذبذب جنباً وذهاباً
بالأجاء نسار الصوت؛ وهذا النوع من الأمواج يعرف بالأمواج الطولية.
ويمكنك إرسال كلا نوعي الأمواج
هذين على نابض لولبي.



الضوء الموجة

الأمواج المستعرضة

موج الماء مثل جيد على الأمواج المستعرضة.
تضوء العامة فوق الماء جزيئات ماء.
فبعد مرور موجة حاملة
للطاقة، تتذبذب جزيئات الماء
شعوقاً ومترجلاً معاً، كما العامة
الجزيئات ذاتها لا تنتقل مع الموجة - بل
تتحرك فقط شعوقاً وهبوطاً في الموضع نفسه.



خزعة الموجة ترفع
العامة إلى أعلى.



تهبط العامة تلك
شعوقاً موجة الطاقة.

الأصوات المائية

في الماء تنتقل الصوت بسرعة أكثر،
وتحتفظ طاقته بسرعة أعلى منها في
الهواء؛ لهذا تنتقل الأصوات تحت
الماء مسافات أطول قبل أن تنكمش.
تستخدم الحيتان، كما الدلافين،
الأصوات للاتصال فيما بينها
ولتحديد اتجاهاتها تحت الماء.
وبعض الحيتان الغني الحائث تنبل إلى
مئات الكيلومترات عبر المحيطات.



الأمواج الزلزالية

تولد الزلازل والانفجارات أمواجاً زلزالية -
هي في الواقع أمواج صوتية تنتقل عبر
الأرض؛ وتنتقل أثيرات هذه الأمواج
بسرعة الزلازل (الاستشعار). ومن
دراسة هذه الأمواج، يستطيع الجيولوجيون الزلازل
معرفة مركز الزلزال وشكلها، كما يمكنهم
بواسطتها جمع المعلومات عن باطن الأرض.



رسم الذبذبات (الاهتزازات) الناتجة عن
الزلازل، أو الانفجارات، على سجل مقياس
الزلازل (الوجبات أو السيزموغراف).



سرعة الصوت

كان أولم درعام (١٦٥٧-١٧٣٥) أحد أول الذين حددوا سرعة الصوت بدقة. ففي عام ١٧٠٨، وقف في مكانٍ مُشرفٍ في إقليم إيسكس بالكليرا يُراقب إطلاق مدفعٍ بعدد ٩٩ كيلومتراً، ثم قاسن الفترة الزمنية الماصلة بين وميض الطلقة ودويها. ولكي يلغي تأثير تغيرات اتجاه الريح اعتمد مُعدّل جدّه تجاوبه، فكانت نتيجته قريبة من القيمة المُعتمدة حالياً لسرعة الصوت وهي ٣٤٣ م/ث على درجة ٢٠° س.

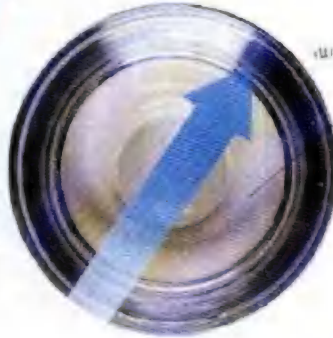
تنتقل سرعة الصوت في الهواء بتدريج
درجة الحرارة: فهي ٣٣٢ م/ث في
درجة الصفر سلسيوس (شيفرمان)
في ٣٥٤ م/ث على درجة ٤٠° س.



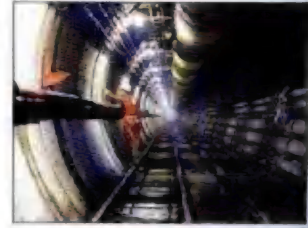
٣٤٣ م/ث على درجة ٢٠° س.

سرعات الصوت المختلفة

ينتقل الصوت في الجوايد والمواد بسرعة أكبر منها في الغازات. فالجوامد والسوائل أخف من الغازات لأن جزيئاتها أكثر تلاحقاً فيما بينها. وهي ترتد لتستعيد شكلها بسرعة بعد الانضغاط، فقيم الكثافات الصوتية بسرعة أكبر. ينتقل الصوت في الماء بسرعة تعادل خمسة أضعاف سرعته في الهواء تقريباً، وفي الفولاذ بسرعة تعادل حوالي ٢٠ ضعفاً.



ينتقل الصوت في الماء
بسرعة
١٥٠٠ م/ث



الاتصالات بالذق

التمثال الذين شقوا القنن تحت القابل
الإلكتروني لربط المملكة المتحدة بأوروبا كانوا
يتواصلون بالذق على الأنابيب المعدنية -
والصوت يقطع مسافات البعد، وينتقل بسرعة
أكثر في
المعادن منها
في الهواء



ينتقل الصوت في
الفولاذ بسرعة
٦٠٠٠ م/ث

الأمواج الضمنية

تسير القنانات فوق الصوتية فوق سرعة الصوت، لذا لا يمكنك سماعها وهي قادمة نحوك -
لأنها تتجاوزك قبل وصول صوتها إليك. لكن صوتها
اللاحق يعمل فجأة كموجة
صدمية تحدث ما يُسمى دوي
أحترق جدار الصوت.



دون الصوتية، تُنتشر الأمواجها
الصوتية أمامها فيشكل
صدامها وهي قادمة نحوك.



عندما تلتقي سرعة الطائرة بسرعة
الصوت، تترافق أمواجها الصوتية المتدعة
أمامها فتكون موجة صدمية كبيرة.



عندما تتحرك
الطائرة جدار الصوت
تُنتقل وراءها موجة ضمنية
تحدث دويها هائل.



فرقة الشوط

قد تكون فرقة الشوط ناتجة عن تحرك سرعة
سرعة نفث سرعة الصوت - مُؤكّد بذلك
موجة صدمية.

إرنست ماخ

وصف الفيزيائي النمساوي، إرنست ماخ (١٨٣٨-
١٩١٦) تكون الأمواج الصدمية أكثر
من خمسين عاماً قبل تحقيق الطيران بسرعة
فوق صوتية. وإكراماً له تُستخدم الأرقام
الملاحية اليوم لتقدير سرعة الطائرة على
أساس سرعة الصوت. فالطائرة السافرة
بسرعة الصوت سرعتها ماخ واحد (١ ماخ)
وسرعة ٢ ماخ تعادل ضعف سرعة الصوت.
ماتراث الركاب جميعها عند الكونكورد،
تطير بسرعة دون الصوتية (أي أقل من ماخ واحد)،
أما الكونكورد فهي فوق صوتية إذ تطير بسرعة ٢ ماخ.



لمزيد من المعلومات انظر

- حالات المادة ص ١٨
- خصائص المادة ص ٢٢
- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- الاهتزازات ص ١٢٦
- الهزات الأرضية (الزلازل) ص ٢٢٠

قياسُ الصَّوت

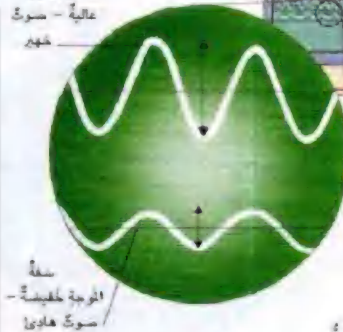
الأصوات قد تكونُ جَهيرةً أو هادئةً، عاليةً درجةً النغم كالصَّغارة، أو خَفِيفَةً كَمُحَرِّكِ السَّيَّارة. بعضُ الأصوات مُمتنعٌ، وبعضُها الآخرُ مُرغَّبٌ أو حتَّى مُؤلمٌ. فما الذي يجعلُ صوتاً ما يَختلفُ عن آخَرٍ؟ واضحٌ أنَّ السَّرعَةَ لا عَلاقةَ لها بذلك، فكلُّ الأصواتِ تنتقلُ بِالسَّرعَةِ ذاتِها، وإلاَّ لكانتِ أصواتُ آلاتِ الجَوقةِ الموسيقيَّةِ تصلُ إلى آذاننا صوتاً بعدَ الآخرِ مُخَبَّضَةً مُشَوَّشَةً. الجوابُ هو أنَّ الأصواتِ المُختلفةَ متباينةٌ شَكْلُ الأمواجِ. فَسَعَةُ الموجةِ الصوتيَّةِ هي التي تجعلُ الصوتَ هادئاً أو جَهيراً؛ كما إنَّ تَرَدُّدَ الموجةِ الصوتيَّةِ هو الذي يتحكَّمُ في عُلُوِّ درجةِ النغمِ (أي طبقةِ الصوت) أو أنخفاضِها. أما الطولُ الموجيُّ - وهو المسافةُ بينَ تَضاعُطَينِ موجيَّين (دُورَتَينِ) - فعلاقتهُ مُباشرةً بالإرتباطِ بالتَرَدُّدِ بِنسبةٍ عكسيَّةٍ.



هينريخ هيرتز

الفيزيائي الألماني، هينريخ هيرتز (١٨٥٧-١٨٩٤) كان أول من أنتج أمواجاً راديويَّةً وكشف عن وجودها. وقد شجَّعتْ وَحدةُ التَرَدُّدِ الهيرتز، المُستخدَمةُ لجميعِ أنواعِ الأمواجِ والظُّلُماتِ - بما فيها الأمواجِ الصوتيةِ والرَّاديويَّةِ والضَّوئيةِ، بِاسمِهِ. والهيرتز يُساوي ذبذبةً واحدةً في الثانية.

سعة الموجة
عالية - صوت
خفيف



سعة الموجة

يُعرِّضُ كاشفُ الذبذبةِ لَمَطَ الموجةِ الصوتيَّةِ على شاشتهِ شَبْطاً ارتفاعِ ضغطِ الهواءِ وهبوطه أثناءَ مُرورِ الموجةِ الصوتيَّةِ عبرَ الميكروفون. فإذا أرتفعتْ جَهارةُ الصوتِ ازدادتْ تَغْييراتُ الضَّغطِ وازدادتْ سَعَةُ الموجةِ.

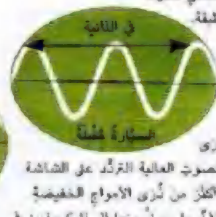
التَرَدُّدُ

تَرَدُّدُ الموجةِ هو عددُ ذبذباتِها في الثانية، ويُقاسُ بِعددِ الدَّوراتِ الموجيَّةِ العابرةِ في تلكِ الفترة. فالأموجةُ ذاتُ التَرَدُّدِ الخَفِيفِ طويْلَةُ الطولِ الموجيِّ، وفادَتْ التَرَدُّدُ العالِيَّ قصيرةُ الطولِ الموجيِّ. فالأمواجُ العالِيَّةُ التَرَدُّدِ القصيرةُ الطولِ الموجيِّ تُعطي صوتاً عَالِيَّ الطَبَقَةِ، فيما الصوتُ من الأمواجِ الخَفِيفَةِ التَرَدُّدِ والطَبَقَةِ الطولِ الموجيِّ خَفِيفٌ حَرَجَةُ النغمِ.

الأمواجُ الخَفِيفَةُ التَرَدُّدِ تُعطي صوتاً خَفِيفَ الطَبَقَةِ.

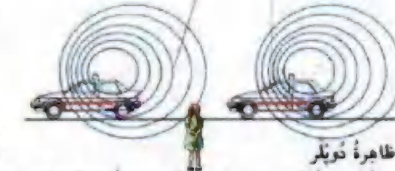


الأمواجُ العالِيَّةُ التَرَدُّدِ تُعطي صوتاً عَالِيَّ الطَبَقَةِ.



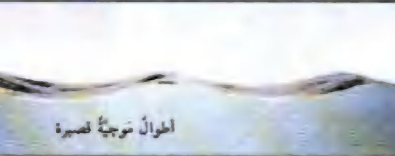
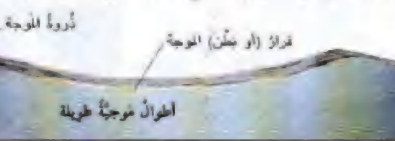
بعد أن تتجاوزَ السَّيَّارةُ شَبْرَةً، تُصْبِحُ الأمواجُ الصوتيَّةُ الطولِ والنَّظْمِ الخَفِيفِ.

سَفَرَةُ السَّيَّارةِ القادمةِ تَحْدُكْ تَتَلَفَّتْ أمواجاً قصيرةً عَالِيَةَ التَرَدُّدِ.



ظاهرة دوبلر

طبقةٌ أو حَرَجَةٌ نغمِ الصوتِ التي لَسَعُها من صَفارةِ سَيارَةِ الشرقةِ العابرةِ بِسَّرعَةٍ مُتغيِّدةٍ على ما إذا كانتِ السَّيَّارةُ قادمةً تَحْدُكْ أم مُذْهِبَةً بعيداً عنك. فالسَّيَّارةُ المُتَقَرِّبَةُ تُضاعِفُ الأمواجِ الصوتيَّةِ أمامها وتُضاعِفُها فتُضاعِفُ أَسْرافَها وتَرَدُّدَها. فتُضاعِفُ طبقةَ الصَّغِيرِ، أمَّا خَلْفَ السَّيَّارةِ المُذْهِبَةِ فَتُضاعِفُ الأمواجِ الصوتيَّةِ، والأمواجُ الأطولُ ذاتُ تَرَدُّدٍ أَدْنى فَتُضاعِفُ الصَّغِيرِ المُذْهِبِ الخَفِيفِ طبقةً.



الكَوْنُ الموجيُّ

الأمواجُ القصيرةُ أو الطويلةُ تُشْهِلُ مُشاهدتها في الماءِ. فالطولُ الموجيُّ لِموجَةٍ مائيَّةٍ هو المسافةُ بينَ دُورَتَينِ مُتجاوِزَتَينِ كما الطولُ الموجيُّ لِموجَةٍ صوتيَّةٍ هو المسافةُ بينَ تَضاعُطَينِ مُتجاوِزَتَينِ. الأمواجُ مُتلازِمَةٌ مُتقاربةٌ في الصوتِ ذي الطولِ الموجيِّ القصيرِ، ومُتباعِدَةٌ بعضُها عن بعضٍ في الطولِ الموجيِّ الأطولِ.

الأمواجُ الصوتيَّةُ

الأمواجُ الصوتيَّةُ تنتقلُ في الهواءِ فعلاً كاتِّصالِ موجٍ على طولِ نابضٍ لَوَلْبِيٍّ. فَبِماتِّلِ النَّابِضِ (حيثُ تَتَضاعُطُ جُزْئياتُ الهواءِ) دَوْرَةٌ موجيَّةٌ مائيَّةٌ بينما يَمُاتِّلِ التَّضاعُطُ (حيثُ تَتَناسَّخُ جُزْئياتُ الهواءِ) قَرَارٌ موجيَّةٌ مائيَّةٌ.

لِزْيَدٍ مِنَ المَعْلُومَاتِ أَكْثَرِ

- الضَّوْتُ من ١٧٨
- إحداثياتُ الصوتِ ومُتاعُها من ١٨٢
- جَهارةُ الصوتِ من ١٨١
- الأصواتُ الموسيقيَّةُ من ١٨٦
- حقائقٌ وتعلُّوماتٌ من ٢١٢

جَهَارَةُ الصَّوت

تُحَدِّدُ جَهَارَةُ الصَّوتِ عَلَى الشَّدَّةِ (كَمِّيَّةُ الطَّاقَةِ) الَّتِي تَحْمِلُهَا الْأَمْوَاجُ الصَّوْتِيَّةُ، فَالذَّبْذَبَاتُ الْكَبِيرَةُ وَفِيْرَةُ كَمِّيَّةِ الطَّاقَةِ، وَتَنْتُجُ أَمْوَاجًا صَوْتِيَّةً شَدِيدَةً كَبِيرَةً السَّعَةِ، الْأَصْوَاتُ الْعَالِيَةُ الْجَهَارَةُ جَدًّا، كَذَوِيْ أَخْتِرَاقٍ جِدَارِ الصَّوْتِ أَوْ زَمْجَرَةٍ الْأَمْوَاجِ الصَّدْمِيَّةِ مِنَ الْأَنْفِجَارَاتِ، يُمَكِّنُ أَنْ تَكُوْنَ مُؤْلَمَةً وَقَدْ سَبَّبَ ضَرْرًا بِالْعِلَّا - فَالْأَمْوَاجُ الصَّوْتِيَّةُ تَرْتَبِطُ بِالْمُنْشَأَتِ فَتَجْعَلُهَا تَتَذَبْذَبُ. وَيُسْتَخْدَمُ مَقْيَاسُ خَاصٌّ، يُدْعَى سَلَّمُ دِيْسِيل (بِاسْمِ الْكَسْتَرِ غِرَاهَام بِل) لِقِيَاسِ جَهَارَةِ الصَّوْتِ.

سَلَّمُ دِيْسِيل

فَرْقُ السَّعَةِ الْمُوجِيَّةِ بَيْنَ أَمْدَا الْأَصْوَاتِ وَبَيْنَ الْأَصْوَاتِ الْعَالِيَةِ الْجَهَارَةُ حَتَّى تُسْتَوَى الْإِذْنَاءُ كَبِيرٌ جَدًّا بِحَيْثُ يَتَغَيَّرُ تَحْمِلُهُ عَدَدِيَّةً وَسَلَّمُ الدِّيْسِيلِ مَثَلٌ عَلَى السَّلَّمِ الْفَرْغَانِيَّةِ، حَيْثُ تَتَضَاعَفُ جَهَارَةُ الصَّوْتِ ١٠ أَمْوَاجٍ فِي كُلِّ فَرْقَةٍ يُضَافُ فِيهَا ١٠ دِيْسِيل (دب) إِلَى السَّلْمِ الصَّوْتِي. فَإِذَا زَيْدَ الْمُسْتَوَى الصَّوْتِي ٢٠ (دب) تَتَضَاعَفُ جَهَارَةُ الصَّوْتِ ١٠ × ١٠ = ١٠٠ مَرَّةً.



الْخَطَرُ الْكَامِنُ

السَّلْمُ الصَّوْتِي (السَّيْرِي) الشَّخْصِي لَيْسَ عَالِي الْفَرْقَةِ، لَكِنْ دَاخِلُ كَامِلِ الصَّوْتِ تَقْرِبًا مُبَادِرَةً إِلَى الْأَكْثَرِ، فَهَذَا يَجْعَلُ مُسْتَوَاتِ الصَّوْتِ دَاخِلُ الْأَذْنِ عَالِيَةً جَدًّا، إِنَّ تَنْتُجَ الْجَسَامَاتِ الشَّخْصِيَّةِ، بِجَهَارَةٍ زَائِدَةٍ لِفَرْقَاتِ صَوْبٍ فَهَذَا يُضَعِّفُ السَّمْعَ.

لَا تَنْسَ خَاصُّ مَسْتَوَى السَّمْعِ



وَالْقَابِلُ الْأَذْنِ

وَقَابَةُ الْأَذْنِ

الْمَنْعُ بِحَمَلُونَ فِي أَسْرَارٍ تَعْبُ بِالْأَصْوَاتِ الْعَالِيَةِ عَلَيْهِمْ أَنْ يَحْمِلُوا ذَاتَهُمْ بِأَسْتِخْدَامِ الْوَقَابَاتِ كَانَتْ لِلْمُضْجِجِ فَالْمُضْجِجُ قَرَابَ طَوِيلَةٍ لِمُسْتَوَاتِ صَوْبٍ عَالِيَةٍ مِنْ تَرْدَدَاتٍ تُغَيِّرُ يَعْزِزُ الْقَرَابَةَ لِلْمُسْمَعِ.

قِيَاسُ الصَّوْتِ

يَمَكِّنُ تَرَقُّبَ السَّلْمِ الصَّوْتِيَّةِ دَاخِلَ الْمَصَانِعِ بِمَقْيَاسِ السَّلْمِ الصَّوْتِي لِلْمَقَالِدِ مِنْ عِلْمِ تَطَوُّرِيَّهَا. إِنَّ السَّلْمِ الصَّوْتِي يَجِبُ أَنْ يَزِيدَ عَلَى ١١٠ (دب) فِي أَيِّ وَقْتٍ مِنَ الْأَوْقَاتِ، كَمَا يَجِبُ أَنْ يَتَجَاوَزَ ٩٠ (دب) لِيَوْمِ عَمَلٍ كَامِلٍ.



فِي السَّلْمِ الصَّوْتِي
السَّلْمِ الصَّوْتِي فَرْقُ ١٠٠ (دب)
يَجِبُ أَنْ يَكُوْنَ الْعَمَلُ شَدِيدًا
بِقَرَابَتِ شَسِيرَةٍ قَلِيلَةٍ.

لِمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

الْإِهْرَازَاتُ ص ١٢٦
الْأَتْعَالَاتُ الْعَادِيَّةُ ص ١٦٢
الصَّوْتُ ص ١٧٨
الْأَصْوَاتُ الْمَوْسِيقِيَّةُ ص ١٨٦



الْأَعْيَانُ

الصَّوْتِ

زُرَّةُ

الْفَرْجَةِ

فَرْقَةُ الْمَوْجَةِ

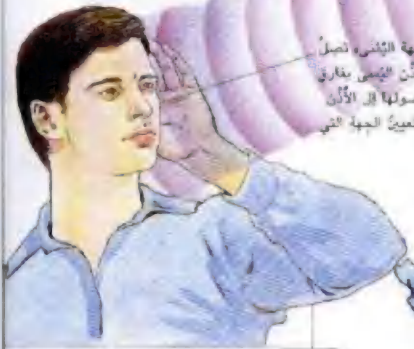
إحداث الصوت وسماعه

إذا كنت قد فقدت صوتك مرة نتيجة زكام أو نحة شديدة، فلعلك تحبث صعوبة إفهام الناس مرادك بدونه؛ فالكلام هو وسيلة تواصلنا الرئيسية معهم. عندما نتكلم تحدث ذبذبات تنتقل في الهواء كأموح صوتية تتحول في الأذنين إلى أصوات متميزة. ورغم أن الأذن البشرية حساسة للأصوات التي يتراوح ترددها بين ٢٠ و ٢٠ ألف هرتز، فإنها أشد حساسية للأصوات التي يقارب ترددها الألف هرتز - وهو مدى تردد الصوت في المحادثة العادية، مع أن أصواتنا قد تتضمن ذبذبات تنخفض طبقتها إلى ٥٠ هرتز أو تعلق إلى ١٠ آلاف هرتز. وكما نستخدم نحن أصواتنا لمحادثة الناس الآخرين، كذلك تستخدم الحيوانات أصواتها للتواصل فيما بينها، أو حتى فيما بينها وبيننا.



إحداث الصوت

تحدث أصواتنا عندما تدفق الهواء بقوة من الرئتين عبر الأوتار الصوتية في الحلقوم، فتخرج هذه بالهواء المتدفع ونحن عندما نتكلم أو نغني، نعدل نواتج الأوتار الصوتية باستمرار، كما نغير شكل الفم وسرعة الهواء المتطلق. فهذه الطريقة نتحكم في طبقة ونوعية وجهازة أصواتنا.



إذا أثر الصوت من الجهة اليمنى تصلب الأمواج الصوتية إلى الأذن اليمنى بفارق جزء من الثانية قبل وصولها إلى الأذن اليسرى. وبذلك يمكننا تعيين الجهة التي أتى منها الصوت.



الرنين

تتطعم الأجسام قابل للذبذبة، والتردد الطبيعي الذي يتذبذب به الجسم يسمى تردده الرنان. فإذا أُجِدت، بالغرب من هذا الجسم، صوت ذو تردد مماثل تمامًا لتردده الرنان يمتص الجسم طاقة من الأمواج الصوتية المبعثرة ويتذبذب بالتأثير - ويُعرف هذا بالرنين. ولعلك كثيرًا ما سمعت رنينًا كهذا والموسيقى تُعرف عالميًا في حروفك - إذ نُسب نغمة معينة رنينًا مطبوعة في الباب أو النافذة أو رنين جسم على قفريه من البشعار. ولو يخفي مُغزى تردد ساء لتردده الطبيعي لكاس زجاجية، فقد يكون رنينها من الشدة بحيث يُحطنها.

سماع الصوت

الأمواج الصوتية المتجمعة في الأذن الخارجية تلتصق ذبذبة متألقة في طبلة الأذن. وتنتقل هذه الذبذبات بواسطة ثلاث عظيمات دقيقة في الأذن المتوسطة إلى السائل اللغني في قوقعة الأذن الداخلية؛ فيستتر بذبذباته شعيرات الأعصاب الدقيقة، وهذه الأعصاب ترسل إشارات كهربائية إلى المخ الذي يمكننا من تمييز الصوت.



الشم

فقدو الشمع جربًا يمكن مساعدتهم باستخدام شمعة شمع، وهي تالفت من ميكروفون ومُستشعر. وبشعار - قلها ذبذبة شمعية. فالأصوات التي تصل إلى الميكروفون تُضخم وتُغذي إلى أذني السامع، فتسمع.

ذبذبة الهواء في القوارير

يمكنك مساعدًا وشماغ اختلاف ذبذبة الكثافات انشائية من الهواء، وإصدارها أصواتًا مختلفة، بالشمع عبر قوابع يصنع قوارير نحوي ماء إلى ارتفاعات مختلفة. إن تلحكت بجمل أعمدة الهواء في القوارير تخرج بترددها الرنيني، وتعتمد طبقة الصوت الناتج على طول عمود الهواء المتذبذب. لاحظ أنه كلما قُصر عمود الهواء المتذبذب تتسارع ذبذبه وتعلق طبقة الصوت الصادر منه.



أصوات الحيوانات

الحيوانات المختلفة تصدر مدى واسعاً من الأصوات، فبعض الضفادع، رغم صغر حجمها نسبياً، تستطيع أبتاعاً تلقين خفيض الطقة جداً يسمع كسر هوائي تحت الحلقوم حتى يفارقت حنجرتها. وتطلق القرود الغوازة زعيقاً يحد من أكثر الأصوات جهرية في عالم الحيوان - إذ إنها تجعل لحيوانات غاشية بين الطعام خلقت المتخزين تعزز زعيقها بالزئير في صفات هوائية قوية. أما الحشرات فلهذه الصوت إذ لا تراث لها تلعب لأحداث صوت، ولكن بعض الحشرات تصدر ضرباً حاداً يحد أجنتها الأمامية الجلبة.

يُمكن سماع زعيق الضفدع الغوازة على مسافة ١٦ كيلومتر.



بازواغ تروك حبرير الجنداب بين ٧٠٠٠ و ١٠٠٠٠٠ هرتز

بازواغ تروك زعيق القرود الغوازة بين ٤٠٠ و ٦٠٠ هرتز

بازواغ تروك أصوات البشر بين ٨٥ و ١٦٠٠٠ هرتز

يُنتج الزئير من اللسان أو من الرافق التعدينية



الميكروفون

تُحوّل الأصوات إلى إشارات كهربائية لتُستقبل وتسجلها. والميكروفون هو الملف المتحرك يُستخدم بظاناً شاملاً لتبجهاز ذي الملف المتحرك، لكن بترتيب معكوس. فهو يحوي ملفاً سلكياً متحركاً إلى فرض قوي يندفد مع الزئير بواسطة الأنواع الصوتية. ويُؤدّ تحرك الملف داخل المجال المغنطيسي يثار كهربائياً، بازواغ كترأوح أصوات الضفادع.



التحريك بالصوت

الملف البسطة المتحركة بالصوت، كوله البتة الدمية، تحوي ميكروفوناً يُحدث فيها تحركاً عندما يلقى أصواتاً فوق مستوى تروك معين. ويستطيع جهاز مُفعّل بالصوت أكثر تطوراً وتعقيداً إعطاء المعلومات عن حساب تصرفات لأحد الزبائن عندما يُطلب منه ذلك هائلياً. إذ تعرف الكلمات الصادرة من أشخاص مختلفين أمر صنف جداً، لكن الحواسيب التي تستجيب لأنماط صوتية قريبه هي حالياً قيد التطوير للاستعمال اليومي.

يُنتج رفق الميكروفون المخروطي من الورق أو اللدائن

يتحرك الملف السلكي متساوفاً مع الإشارات الكهربائية

المجهر

يُستعمل الصوت ويُستعاد بتحويله إلى إشارات كهربائية. فكل الاستماع إلى أسطوانة أو شريط تستعمل أو إلى أسطوانة قرص مُمغنجة، لا يُد من إعادة تحويل الإشارات الكهربائية إلى أصوات بواسطة مجهر. في المجهر يُعدّل الجلف السلكي، الشحاط يتجالي مغنطيس، بالإشارات الكهربائية؛ فست هذه، بتغيرها، ذبذب رفق الميكروفون المخروطي يُؤدّد صوتاً.

بجهاز ذو ملف متحرك

تستطيع الشفاهات إحداث وشماع ترددات فوق سمعية. فالشربز العالي الذي تُصوّر برزق من الأشياء، فيساعدها في تحديد مواقع طرائدها (كالشربز الطائرة مثلاً).

تستطيع الكلاب سماع الشفيع العالي الذي تُصوّر صفارات خاصة لا يشدها الإنسان



تسبح الشفاهات الترذبات بين ١٠٠٠ والترذبات بين ٦٠٠٠ هرتز

تسبح الكلاب الترذبات بين ١٥ والترذبات بين ١٢٠٠٠ هرتز

يسبح الأولاد الترذبات بين ٢٠ والترذبات بين ٢٠٠٠٠ هرتز

مدى السمع في الحيوانات

معظم الحيوانات يُمكنها سماع ترددات أكثر ممّا تُصوّر، ولعظمتها يُصوّر أصواتاً تتجاوز كثيراً المدى الذي يُمكن للإنسان سماعه، بتقريب مدى ترددات السمع عند الإنسان مع تقبّله في الش. فالزئير يستطيع سماع الترذبات من ٢٠ إلى ٢٠٠٠٠ هرتز، فيما لا يستطيع شخص في سن السنين سماع ترددات تتجاوز ١٢٠٠٠ هرتز.

لمزيد من المعلومات انظر

- الأخبارات ص ١٦٦
- الكهرباغنية ص ١٥٦
- مُؤمات الإلكترونية ص ١٦٨
- قياس الصوت ص ١٨٠
- إتيكاس الصوت وامصاصه ص ١٨٤
- الخواس ص ٢٥٨

انعكاس الصوت وامتنصاصه

هل تساءلت مرة لم يبدو صوتك رخيماً رناناً حين تُغني في غرفة الحمام؟ ذلك لأن الأمواج الصوتية تنعكس على سطوح الجدران الملبسة الصلبة فتتردّد عليها تكراراً كما ترداد الكرة المقطّعة في ملعب السكواش الرباعيّ الجدران. إن اتّجاه الأمواج الصوتية يتغيّر عند كلّ انعكاس، لكنّ طبقة الصوت لا تتغيّر. وانعكاسات الصوت أصداة تُفيد في مجالات عديدة إضافة إلى كونها عنصر تسلية. فقبل أيام الرادار، كان البحارة، عندما يحاصرون الضباب، يُطلقون نفيراً خاصاً اسمه نفير الضباب فيحدّدون بعدهم عن الصخور الخطرة بقياس الفارق الزمنيّ بين صوت النفير وسماع انعكاسه. غير أنّ الأصوات لا تنعكس دائماً، فهي إن وقعت على سطح رخو طري، تُمتصّ فلا تتردّد.



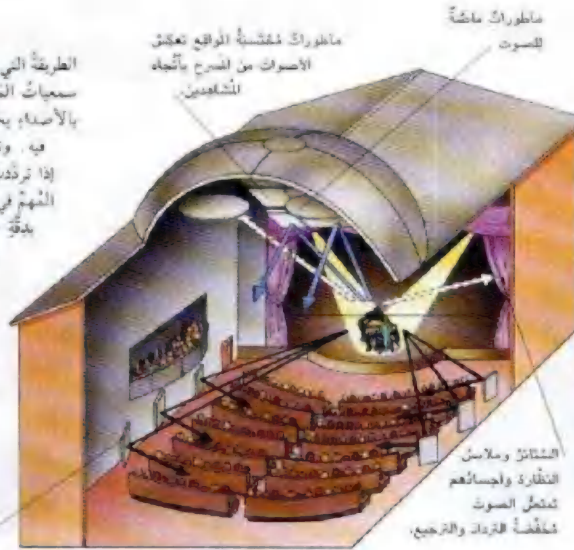
الأصداة

إذا وقعت على بُعد نفير من جدار وصحّت أو حشقت فتردّد إليك انعكاس الصوت صدى بعد فترة وجيزة يعتمد طولها على مدى بُعْدك عن الجدار. فإذا كانت المسافة ٥٠ متراً، فالصوت سيُطغّ مسافة ١٠٠ متر لتعود صداة إليك. فإذا فسّخت ١٠٠ متر على القاصِل الزمنيّ بين إصدار الصوت وسماع صداة تحصل على سرعة انتقال الصوت.

السمعيّات

الطريقة التي تُرثّع فيها الأصداة في مبنى تُسمّى سمعيّات المبنى. فالمبنى الكبير قد يبدو عاجلاً بالأصداة، خاصة إذا كثرت السطوح العارية فيه. وتحدث ترجيعات الصدى في مبنى إذا تردّدت الأصداة عدّة ثوانٍ فيه. ومن الشّه في قاعة موسيقى التعلّم في الأصداة بدقّة - فبعضها تبدو الأنغام الموسيقيّة هزيلة باهتة، وبغيرها تتلخّط الأصوات وتُشوّش. لذا تُركّز ماطورات خاصّة لتوجيه انعكاسات الصوت نحو جمهور السامعين، كما تُركّب أخرى. إضافة إلى الستائر، لاخصاص التريجات الزائدة.

ماطورات عاكسة



غرفة لا صدى

الماطورات المغطاة بالصوت في سقف وجدران القف الهوائيّ اللاصوتيّ تُخفّض ترداد الصوت وترجيعة. وهذا يمكن العلماء من قياس الضجيج الذي تولّده مروحة الطائرة الدائرة بدقة.

امتصاص الصوت

السطوح الرخوة القابلة تمتصّ طاقة الصوت كما تمتصّ الزئبق طاقة كرة تخمينه. في هذه الحالة، السجادة والستائر والأريكة والنبات، جميعها، تمتصّ الطاقة الصوتية فلا تتردّد أصداة.



انعكاس الصوت

انعكاس السطوح الصلبة الميتة طاقة الصوت كما تتردّد كرة من جدار خرسانيّ. في هذه الحالة، يتردّد الصوت، الذي ينتج من الجدران الخرسانية، عن أروحية العرفة وحذرنا كما عن المدّعة الخشي.



الصّحون الصوتية (العاكسة)

تُستخدم صحون مكافئة المنقلع لتجميع الصوت وتركيزه. فالتشكل الحاصر للصحن الصوتي يعكس الصوت الأتني بتواجهه مباشرة ويركّزه نحو الميكروفون المُثبّت في وسطه. وهكذا يُضخّم الميكروفون طاقة صوتية أكبر، فيمكن به مثلاً تسجيل الأصوات الخفيفة مستوى الشدّة كغريد بعض الطيور.

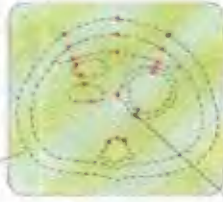


الضّوء والضّوء

التصوير بالضّوء فوق السّمني

تستغل أصداء الضّوء فوق السّمني كإسالة من النّقط الضّبابية الضّوء نفاً لشدة الضّدى المُستغل. هذه الصورة لجسم في زخم أتم شكّلت حاسوبية من مجموعة لقرسات.

صورة بالألوان فوق السّمني تُؤلّفها التقريسات.



الأطراف

الجدار البطني

الفتور

إشارات صدى



تحديد المواقع بالضّدى

تستخدم الدّلائل تردّدات فوق سبعة للتواصل فيما بينها ولتحديد مواقع أسراب السّمك والعوايق تحت الماء. فهي تُصدر طبقات صوتية عالية تردّد أصدائها عن الأجسام التي تُعترضها ممّا يُعكّر الدّلائل من تحديد حجم ويُقدّر تلك الأجسام في الماء خواتمها. وهذا النظام

عظيم الفائدة بخاطر في الكشف عن مُقرسات ككلاّب البحر (أي أسماك القرش) الخطرة.



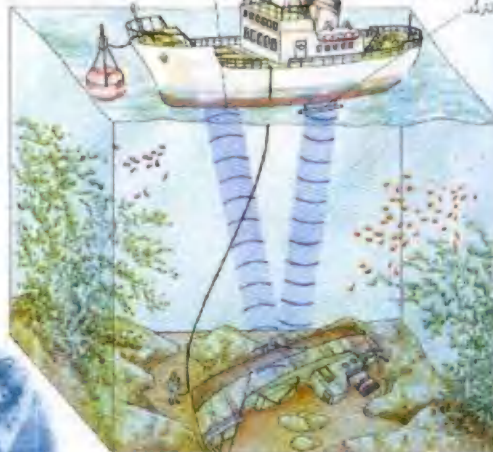
تشعّش الطلقات الصوتية من طمس خاص في رأس الدّلفين.

الصوت فوق السّمني

الألوان الصوتية التي تقوى تردّداتها ٢٠ ألف هرتز لا تسمعها الأذن البشرية والصوت الناتج عنها أو من تردّدات أكثر منها هو صوت فوق السّمني. وتستخدم الأصوات فوق السّمني في الغالب لأنّ أمواجها، بخلاف الأشعة السّينية، لا تُثقل الأسخنة البشرية. يُرسل المراسل إلى داخل الجسم أمواجاً فوق سبعة لعكس عن الأعضاء المختلفة، وينقل انعكاساتها فيرسمها صورة على شاشته.

يستغلّ غشّ الخظام من قوّة التي يستغرقه صدى الأمواج الصوتية المُعكّسة عنه ليردّد إلى السّينية.

يرسل المراسل، المُثبّت تحت صلب السّينية، إلى أعماق الماء أمواجاً صوتية عالية التردّد.



يعكس خطاطم السّينية الموجات أصداء.

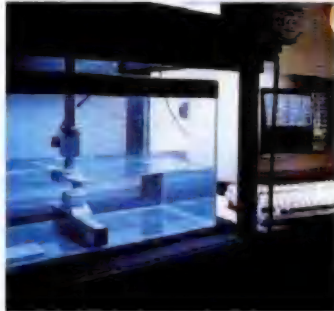
اختيار لاإتلافي

المُفجّعات المُهمّة في الطائرات يجب أن تكون خالية من أيّ خليّ كيميائي، فالشتقوي الداخنيّة الدخيلة، في مقومر منها، قد تشعّ فيعطلّ أداؤه أثناء الطيران. لذا تُعتبر هذه المُفجّعات اختصاراً لا إتلافي تُستخدم الصوت فوق السّمني لاكتشاف أيّ خليّ دون إلحاق الضرر بالمقومر ذاته. فالنبضات فوق السّميّة المُعكّسة عن مثل هذه الشّقوق، إن وُجدت، تُظهر في الضّوء فوق السّميّة على الشاشة.



صورة على الشاشة

هذه الصورة لخطاطم سينيّة تحت الماء تكلّفت بطرس (مُشج) أنباء الأصداء الواردة وتُدوّن جيّاً أرسلت أصداء الأصداء صورة على شاشة الحاسوب.



تُقدّر المقومر المُعدني في لقاء الذي يعمل كوسيط مُوصّل للصوت.

لزيد من المعلومات انظر

- الضّوء والضّوء ص ١٧٧
- قياس الضّوء ص ١٨٠
- إحداث الضّوء وسماعه ص ١٨٢
- الموجات ص ٣٣٤

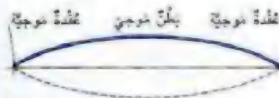
السّير بالضّدى

دُر قارّة السّينك عام ١٩١٢، حين أصدعت السّينية بجليّ حليديّ في ممرّها البحريّ، قاذ العالم الفرنسيّ، بول لانتجر، مشاريع أبحاث لتطوير السّونار. يُستخدم جهاز السّونار أمواجاً فوق سميّة لتحديد مواقع جبال الجليد وأسراب السّمك وسظام السّفن أو الغوّاسات، ولتسّير أعماق البحار أيضاً. فترسلّ نبضات صوتية في الماء، ويُرصدّ الأصداء المُرتدة عن أيّ شيء تحت الماء، ويقياس الفارق الزمنيّ بين إرسال النبضة وأرسلها، ممّا يمكن أبحاثاً عميقة شيء أو نُعدّه عن السّينية.

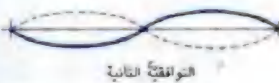
الأصوات الموسيقية

الآلات الموسيقية جميعها تعمل بذبذبة الهواء؛ فالعازفة أو العازف يتحكم بتردد الذبذبات وسعتها ليعزف الألحان والإيقاعات. أما جرس العازف (أي نوعه صوت) الآلة المميز فيعتمد على كيفية ذبذبة الهواء. يتفح العازف آلة الفخ الموسيقية إما من خلال فتحة أو عبر لسان ريشي؛ فالهواء داخل الناي (وهي لا تحوي لساناً) يتذبذب ببساطة مُصدراً صوتاً رخيماً نقياً. أما في مزامير القرب فالهواء المضغوط عبر السنة أناسيه يتذبذب بسنن مُعقّد مُصدراً صوتاً غنياً أجش.

وتُعرف جميع الآلات الصوتية (اللاكهربائية)، وترية أو نفخية أو نقرية بالإنباض أو بجرس القوس والنفخ والنقر.



الترافيق الاساسية



الترافيق الثانية



الترافيق الثالثة

الترافيق الوترية

الترافيقات هي الترددات المختلفة التي يمكن لشئ أن يتذبذب بها. فالوتر المشدود بين دعامين يستطيع التذبذب بحيث يتلاءم عدد متباين من الأطوال الموجية على امتداده. فالترجة ذات الطول الموجي الأكثر هي الأساسية؛ والذبذبات الأخرى هي ذات أطوال موجية أقل وترددات أعلى. وتُعرف هذه النسبة المتوالية من الترددات بالترافيقات، ونسبة التوافقيات المختلفة هي التي تُكسب الآلة الموسيقية صوتها المميز.

الانابيب القصيرة تُصدر نغمات عالية الطبقة.

الانابيب الجمرائية

يتذبذب عمود الهواء داخل الأنبوب مُخلعاً وتضاعفاً، وتُعد حركة الهواء عند وسط العمود حيث الخلقة الموجية، وتكون نقطة الهواء على اتصالها عند طرفي العمود حيث نقطة الموجة.



نظان موجي عند طرفي الأنبوب المفتوح حيث حركة الهواء القصوى.

الهواء لا يتحرك عند خلقة موجية.

الانابيب الطويلة تُصدر نغمات منخفضة الطبقة.



يتغير تردد الوتر بتغيير الطول.

تفسير (تفسير) الوتر المشدود عن الاطبات (التسكين).

السيتار

كل وتر في الآلة الوترية يتذبذب بتردده الطبيعي الخاص. ويمكن زيادة تردده الوتر إما بتقصير طوله أو بزيادة توتره أو باستخدام وتر أخف. وفي العديد من الآلات الوترية تتنقل ذبذبات الأوتار إلى جسم الآلة المصنوع من الخشب الذي يتردد برصه الأنغام ويُضخنها.



الأوتار الغليظة للطبقة تُصدر نغمات منخفضة الطبقة (درجة النغم). لذا الأوتار الرفيعة القصيرة تُصدر نغمات عالية الطبقة.

اللون الصوتي يُسهم لسان البيانو ويُعزفها برصيه.

المطارق

مفاتيح (أسابيع) (الفراف)

بإستطاعة عازف البيانو مُستعمل جميع أصابعه ليعزف ما يصل إلى عشر نغمات في وقت واحد.

البيانو

تُدق أوتار البيانو المعدنية بتطابق تُشغلها المفاتيح (أصابع العزف المتحركة). ويستطيع العازف (أو العازفة) ضبط عدد مفاتيح ما يعزف توليفات معينة. بعض التوليفات عُدت سماعه وبعضها قد يكون نشاراً. ويرى العزف الناجح هو في مزج الأنغام في توليفات موسيقية متوافقة (هارمونية).



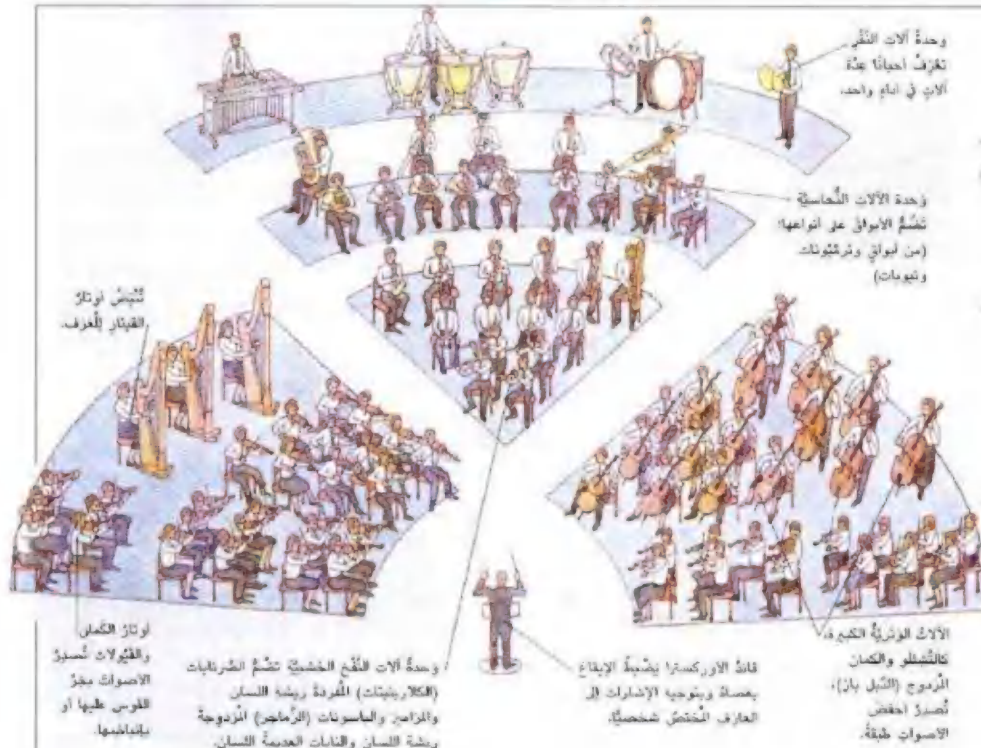
البوق

يتذبذب عازف البوق ثقوبه لإحداث التردد في الهواء داخل البوق. ويستطيع عازف البوق إصدار نغمات مختلفة بتغيير توتر ثقوبه وفتح وغلق صمامات تُغير طول الأنبوب (وعود الهواء فيه). أعمدة الهواء الطويلة أبطأ ذبذبة من الأعمدة القصيرة وتُصدر نغمات أخفض طبقة. وتتشدق الثقوب تُزفج جهازاً الصوت.

الجوقة الموسيقية

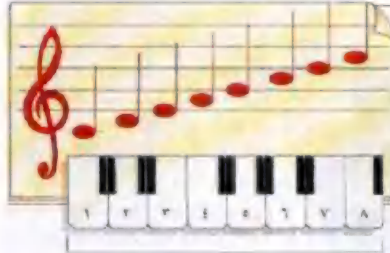
(الأوركسترا)

إن توليف الأنغام المختلفة الطبقة من آلات وترية وآلات نفخ ونقر في الأوركسترا ينتج توليفاً خصباً من التوافقيات والجرس المتشعب. وهو توليف مُخلط ومدرّس بعناية - فكل مجموعة (أو وحدة) من الآلات لها دورها الخاص في أداء القطعة الموسيقية. والجوقة الموسيقية قد تُعرف بتسمية وريقة بالكاد تُسمع؛ لكن عندما يُشارك أفراد الفرقة جميعهم في العزف عالياً، فإن مستوى الصوت قد يبلغ 100 ديسيبل.



السلم الموسيقي

السلم الموسيقي توليفاً أنغام تتزايد ترددها تدريجياً يستقر طبيعي عذاب. النغمة الأخيرة في أعلى السلم ذات تردد يعادل ثمانية أضعف تردد النغمة الأولى في السلم. الفسفاذ الثلاث تردد إحداهما ضعف تردد الأخرى نقول إنه يوصل بينهما جوازاً ثمانية نغم.



جوازاً (ثمانية نغم)
٢٦٢ ٢٩٤ ٣٢٦ ٣٥٨ ٣٩٠ ٤٢٢ ٤٥٤ ٤٨٦

كل نغمة في سلم موسيقي هي تردد صوتي معين.

فرع الطبل

النقر والإيقاع الشفطمان من آلات النقر. كالطبل، يُضربان على الموسيقى مراراً متتابعاً. يهتز جلد الطبل بالقرع. وبحسب طبقة القرع بالحدة اللازمة تماماً لنقل الآلة فتتذبذب بالشكل الصحيح. الجلة الشديدة أكثر بصيرة طبقة صوتية أعلى. كما التوتر الآنث توتراً بصيرة نغمة أعلى.



لزيد من المعلومات فُظفر
الاهترزازات ص ٢٦
قيام الصوت ص ١٨٠
جهاز الصوت ص ١٨١
إحداث الصوت وشما ص ١٨٢
انكسار الصوت وانعكاسه ص ١٨٤
حقائق ومعلومات ص ٤١٢

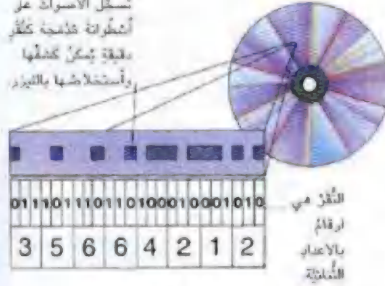


فيثاغورس

كان الفيلسوف والرياضي الإغريقي. فيثاغورس (582 - 500 ق.م.) يعتقد بإمكانية التعبير عن الجمال والأنغام عديداً. وقد عرف العلاقة الرياضية بين طبقة الصوت وطول الوتر أو الأنبوب، أو حجم الفرس الذي يصدرها. ووجد أن تقصير الوتر إلى نصفه يضاعف تردده فبذلك الأساسية ويزيد طبقة النغم جوازاً (ثمانية نغم).

تسجيل الصوت

تسجيل الأصوات على
أشرطة شريطية كالميكروفون
دقيقة يمكن كتابتها
وأستخلاصها بالليزر



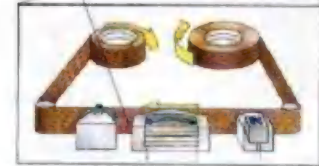
البيانات هي
الأرقام
بالأعداد
الثنائية

كما الكلمات المكتوبة على الورق تُقرأ مرارًا وتكرارًا، كذلك الأصوات يمكن تسجيلها واستعادتها مرّة بعد أخرى. التسجيلات الصوتية كلها تُخزن الأصوات باستشعار موجاتها. هنالك نوعان من التسجيل الصوتي: النظري والرقمي. في التسجيلات النظرية تُخزن أنماط الأمواج الصوتية كخط متعرج يُخزّن على أسطوانة، أو كأنماط مغناطيسية على شريط. أما التسجيلات الرقمية فتُخزّن فيها أنماط الأمواج الصوتية إلى أرقام تُوضع مواقع كافة النقاط على الموجة الصوتية قبل تسجيلها. وتُخزّن هذه الأرقام كنقطة دقيقة على أسطوانة مدمجة أو كأنماط مغناطيسية على شريط سمعي رقمي، ثم يُعاد تحويلها إلى صوت بمعالج ضوئي رقمي.

التسجيل الرقمي

يُخزّن الصوت رقمًا دقيقًا يُخزّن على سطح أسطوانة مدمجة. هذه الأرقام هي أرقام بالأعداد الثنائية، أي منها قياس يُعزّل الموجة الصوتية في لحظة معينة. عند تدوير الأسطوانة، تُنتج خزمة العزلة سطوحها. وإذا تداخلت الخزمة على جزء من سطحها، تتعكس الخزمة نحو مكشاف صوتي، يُحوّل الضوء إلى نصائب كهربائية. لكن إذا وقعت الخزمة على ثقب، فإنها تتعكس بعيدًا.

يُعدّ رابط التسجيل بالإشارات الكهربائية من الميكروفون، فتُرسله دائرة إلكترونية إلى شريط.



التسجيل الشريطي

شريط التسجيل داخل الحافظة (الكاسيت) يُغطى بطبقة أكسيدية تحوي جزيئات مغناطيسية. ففي شريط غُسل تُعزّل الخزمات المغناطيسية عشوائيًا، لكنها بعد تسجيل الصوت تُحدّد نمطًا يتوافق مع الصوت المُسجّل.

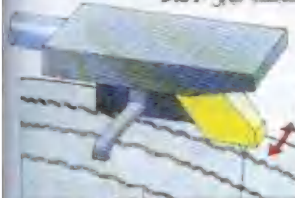
ستوديو التسجيل

لجري التسجيلات بنجاح (توليف) الأصوات من الآلات المختلفة والشعنين، وليس من الضروري تسجيل كل شيء دفعة واحدة - إذ يستطيع مهندس الصوت إضافة الأصوات واحدًا فوق الآخر. فهو يوجّه عملية المزج بحريك مغناطيسية على بُعد التوليف.



الأسطوانات

تُعدّ إبراً مخرقة الأسطوانات (الفونوغراف) أثناء سيرها في حلّ الأسطوانة ثقبًا لتتطبع الأمواج الصوتية المُسجّلة عليها. وهذه الإهتزازات تُستشعر بإشارات كهربائية في رأس اللاقط. في الأسطوانات الشحمية تتأثر الأسطوانات قليلاً على جانبي الخنزير فتُخرج الأصوات المختلفة من الجهتين الأتيتين والأيسر (شحمية).



تُشغّل إبراً
المخرقة في الشحم

الجزء بلوحة
ميتز واكيرا

المزيد من المعلومات انظر

أشياء الغزاة ص ٣٩
المغناطيسية ص ١٥٤
التقنية المغناطيسية ص ١٥٦
الأصوات الإلكترونية ص ١٨٩

توماس إديسون

أول تسجيل صوتي كان عام ١٨٧٧، أجره توماس إديسون (١٨١٧-١٩٣١) لكلمات إحدى أناشيد الأطفال أطلق سجلها بصوته على فونوغرافه. وقد أُجري هذا التسجيل بخدش حلّ في أسطوانة شحمية. ولم يكن فونوغراف إديسون يعمل كهربائيًا، بل اعتمد فقط على الإهتزازات الميكانيكية للإبرة في تسجيل الأصوات واستعادتها.



الأصوات الإلكترونية

جميع الأصوات المعروفة، بما فيها الصوت البشري، يمكن إحداثها إلكترونياً بتقنيات الأصوات الرقمية. وتستطيع الآلات الإلكترونية أيضاً تخلق أصوات جديدة بالكامل. فالآلات الصوتية يمكن أن يُستبدل بها أصوات مُختلفة أو عينات صوتية تُعزف إقبالاً أو إدياراً أو بعبقة مختلفة أو يمكن مُعالجتها حاسوبياً بأساليب مُتنوعة. كما يمكن أيضاً إضافة الأصداً والترجييعات إلى الأصوات الإلكترونية. والواقع إنه من الممكن لشخص يعمل بمفرده على لوحة مفاتيح وحاسوب، في غرفة صغيرة، أن يُخلق أصوات أوركسترا بكاملها.



المؤثرات الخاصة

يتم تأليف الموسيقى الإلكترونية والتأثيرات الشرافقة، للإذاعة والتلفزيون، في مشغل راديوهوفن. في بدايات البث الإذاعي، كانت أصوات الرعد مثلاً، تُنتج بغرفة مفاعلات معدنية كبيرة، وأصوات وقع حوافر الخيل بالقلم على قشور جور الهند. أما اليوم، يمكن تخلق هذه الأصوات إلكترونياً.

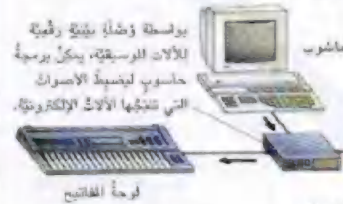


الأصوات المؤلفة

المؤلفة آلة موسيقية تُخلق الأصوات إلكترونياً. المؤلفة التي صممها المهندس الأمريكي روبرت نوع في الخمسينات، كانت تُعزف لحناً واحداً في كل مرة، أما المؤلفات الرقمية الحديثة فتمكّنها إنتاج ترتيبات مُعقدة جداً من الأصوات. فالبروفيسور ستيف فونفغ، الذي لا يستطيع التكلّم، يتواصل مع الناس مُستخدماً حاسوباً يُخلق الكلمات.



لدخول الكلمات إلى الحاسوب عُزف لوحة المفاتيح - مُخلق بها بصوت مؤلف.



بواسطة وحدة معالجة الأصوات الرقمية (مُظرومة ميدي) يمكن نقل الصوت إلى الحاسوب ليُسجّل الأصوات التي تُنتجها الآلات الإلكترونية.

البيئة الرقمية لبلات

الموسيقى (منظومة ميدي)

هذه المنظومة الرقمية بين الآلات الموسيقية تُمكن الحاسوب من استدارة الآلات المُختلفة، كلوحات المفاتيح وميكانيك الطول، إلى العمل المُضمر الأصوات معاً أو على التوالي. وهذا يعني أن المؤلفة الموسيقية، بأستخدام هذه المنظومة، يستطيع وضع موسيقى الأفلام السينمائية والتلفزيونية والأغاني الشعبية دون حاجة إلى الاستعانة بخوفه موسيقي أو أوركسترا.



تُنتج الأصوات وقسماً في مُنتقى التماذج.

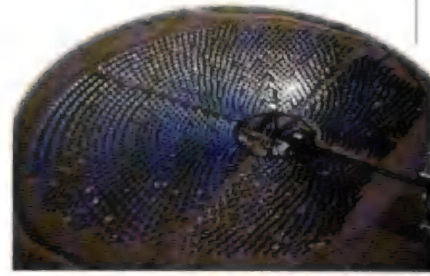
تُنتج الصوت بواسطة لوحة المفاتيح.



مزيد من المعلومات انظر
الحاسوب من ١٧٣
قياس الصوت من ١٨٠
انعكاس الصوت وانعكاسه من ١٨١
الأصوات الموسيقية من ١٨٦
تسجيل الصوت من ١٨٨

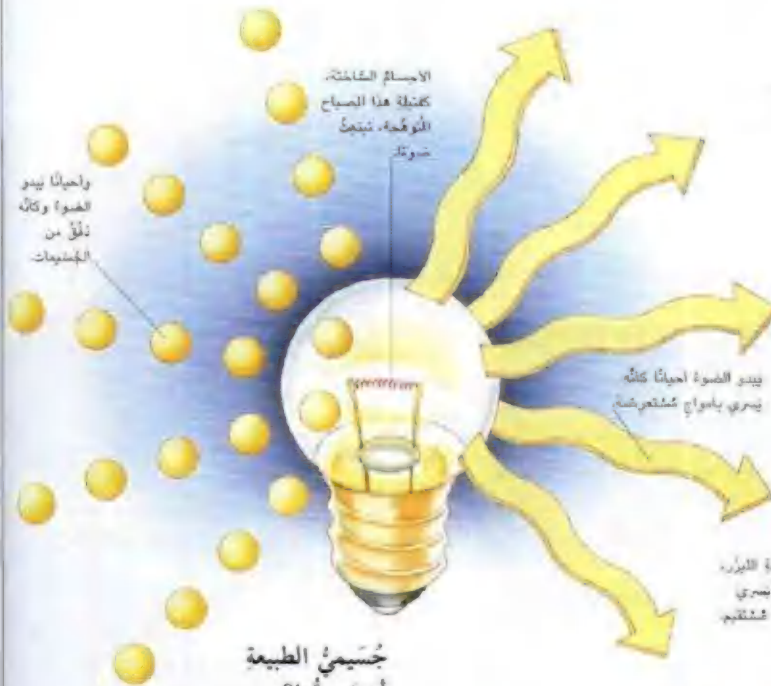
الضوء

ما هو الضوء؟ إنه شيء نراه ونُشِده منه يوميًا، لكنه قلما يُشغَل تفكيرنا. وهو شكلٌ من أشكال الطاقة؛ فطاقة الشمس هي مصدرُ القدرة لمُختلف الكائنات الحيّة على الأرض. يسري الضوء بسرعة فائقة جدًا؛ فما أن تفتح مقلادة المصباح الكهربائي حتى يغمُر الضوء المكان، إذ يسري الضوء بسرعة ٣٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلومتر في الثانية؛ وهي السرعةُ الحدّية القصوى في الكون، ولا شيء يستطيع تجاوزها. أحيانًا يظهرُ الضوء كأنّه ذو طبيعةٍ موجيّة؛ لكنه، بخلاف أمواج الصوت والماء، يتّقلّب في الفراغ أيضًا؛ وأحيانًا يبدو الضوء وكأنّه دَفَقٌ من الجسيمات. ينبعثُ الضوء عادةً من الأجسام الساخنة - كالشمس والنّهب، لكن يُمكن توليده بطرق أخرى أيضًا. فالكهرباء تُنتجُ الضوء وكذلك بعض التفاعلات الكيميائيّة - كتلك التي تحدث في الحُجّاب فتُجعلها توهّج في الظلمة.



الطاقة الضوئية

يُمكنك تحسُّن الطاقة الضوئية وأنت تتشمس. فطاقة الشمس يَدْفُقُ جِسمُك ويُدخِلُ في جلدك تفاعلات كيميائيّة تستفح. إذ كمّيّة الضوء الساقط على مترٍ مُربع واحدٍ من سطح الأرض يُمكنها تشغيل عشرة مصابيح كهربائيّة. ومُتعلقات القدرة الشمسيّة تُستخدَم هذه الطاقة باستخدام تراكيز أشعة الشمس في مُستطيل مركزيّ يُحوّل الماء إلى بخار، وهذا بدوره يُستخدم في توليد الكهرباء.



جسيمات الطبيعة

أم موجيها؟

اعتقد إسحق نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧) أنّ الضوء يتألف من جسيمات مجهرية تشبه كرات البليارد الدقيقة. فيما اقترح الرياضيّ الهولنديّ، كريستيان هيجنز (١٦٢٩-١٦٩٥) أنّ الضوء حركةٌ موجيّة كأصوات الصوت أو الماء. أمّا نظريّة الكمّ الحديثة فتملأ خواصّ الضوء الموجيّة، في بعض الحالات، وخواصّ الجسيميّة في حالات أخرى بطبيعة المُزدوجة.



الانكسار والانكسار

يسري الضوء في الفراغ بخطّ مُستقيم، لكنّه يَنحرف، مُغيّرًا اتجاهه، عندما يتغلّب من وسط شفافٍ إلى آخر. بعض السطوح، كالزجاج، يَمَكِّنُ الضوء كما تتركز الحزمة من سطح حُلْب. أمّا المواد الأخرى، كالسحاب والبرق، فتُكسِرُ الحزم الضوئية، تُكسِفُ سرعتها وتُغيّرُ اتجاهها قليلًا، عند انتقالها إليها من الهواء.

تُكسِرُ حزمة الليزر عند انتقالها من الزجاج، فيُعرفُ مسارها عند انتقالها من الهواء إلى الزجاج.

الظاهرة الكهرصوتية

أشعة الضوء الساقطة على فلز، ذي خاصية كهرصوتية، تنتج بعض الإلكترونات من ذرات ذلك الفلز. وتستخدم هذه الظاهرة الكهرصوتية في الخلايا الشمسية التي تُمد الحاسبة الإلكترونية الشمسية كهرباء تُؤلفها من الضوء. إن زيادة شدة الضوء لا تزيد سرعة الإلكترونات المُنتجة، بل تزيد عددها. وذلك يمكن تعليله فقط باعتبار الضوء وزماً صغيرة من الطاقة الصوتية تدعى فوتونات. فعندما يَضُمُّ الفوتون ذرة تتقبل طاقته إلى أحد إلكترونات الذرة فينتقل، منتقلاً منها، وبإزدياد الفوتونات تزداد الإلكترونات المُنتجة (المتطلقة) من الذرة.



الحياة والتداخل

إذا غُمرت الحزمة الصوتية لثقة صلباً فإنها تنحرف قليلاً عند حاجز وتنتشر. ولقد أُرِدت نفس الشئ، بلع الانتشار، ويُعرف هذا بالخورد (أو الانعراج). يمكنك مشاهدة هذه الظاهرة إذا حُزرت (صَلَّت) قَتَبَاتُ نَاصِرٍ إلى مصابيح الشارع عبر أهداب أجناتك. إذا تراكبت حزمتان مُتَّحِدَتَانِ فَالْخَطُّ الَّذِي تُشْكِلَانِهِ لَا يَكُونُ لَعَلَّهُ إِلَّا بِاعْتِبَارِ الْضَوْءِ أَعْرَاجًا مِنْ مُدْرِي وَتَقُونَ. فحيث تَلَقَّاهُ (وَتَتَطَاوَلُ) قُرُونَانِ (أو تَلْقَانِ)، نَظَرُ بِلَعَّةٍ تَبْرَأُ أَمَّا حَيْثُ يَلْتَقِي بَلَقُ مَعَ قُرُونٍ فَالْهَمَا يُلْقِيَانِ وَاجِدَهُمَا الْآخَرُ مُصْطَفٍ بَعْدَ مُطْلَعِهِ، وَيُعرف هذا بالتداخل.



نظرية الكم

الفيزيائي الألماني، ماكس بلانك (١٨٥٨-١٩٤٧)، كان أول من أَرَى أَنَّ الضَّوءَ ليس موجي الطبيعة فقط ولا جسيم الطبيعة فقط، بل إنه له خصائص الطبيعة. وقد وُضِعَ الرِّثْثُ أَيْشَتَيْنِ هذه النظرية فيما بعد - مُعْتَبَرًا أَعْكَاسَ الضَّوءِ وَأَنْكِسَارَهُ وَأَعْرَاجَهُ، مُعْظَرًا لِطَبِيعَةِ التَّوْجِيهِ بِتَرْدَدَاتٍ وَأَطْوَالٍ مُوجِيَّةٍ، كَأَمْوَاجِ الضَّوْتِ. أما ظاهرة انبعاث الذرات وامتصاصها للضوء فمُظْهِرٌ لِكُونِ الضَّوءِ دَقَقًا مِنَ الْجُسَيْمَاتِ تُعْرِفُ بِالْفُوتُونَاتِ؛ كُلٌّ مِنْهَا يَحْمِلُ كَمِّيَّةً مُعَيَّنَةً مِنَ الطَّاقَةِ، وَهَذَا هُوَ مُجْمَلُ نَظَرِيَةِ الْكَمِّ.



سرعة الضوء

سرعة الضوء بسرعة فائقة جداً بحيث لا يمكن قياس زمن أيكاد بأبي مائة عادةً. يُقَيَّرُ الْفِيْزِيَاءِيُّ الْفَرَنْسِيُّ، أَلِزَابْ إِيْبِرْلِيْثْ فَيُؤْ (١٨١٩-١٨٩٦)، حَقَّقَ قِيَاسَ عَمَلِيٍّ لِسُرْعَةِ الضَّوءِ عَامَ ١٨٤٩. قَدَّرَ الرِّسْلُ حُرْمَةً صَوْتِيَّةً عَظْرَ أَسَانِ دُولَابٍ مُنْشَلِيٍّ نَحْوَ بَرْدٍ عَلَى بُعْدِ ٣ كم. وَشَرَّحَ دَوْرَانَ الدُّوْلَابِ حَتَّى أَمَكُنَ مُشَاهَدَةَ حُرْمَةِ الضَّوءِ الشَّخْصِيَّةَ عَظْرَ مُصَوِّرَاتِ الْأَسَانِ دَوْرًا مُبْطَاحٍ. فَاهْرَظَ فَيُؤْ أَنَّ الضَّوءَ قَدْ سَرَى نَحْوَ الْهَرَاةِ وَعَادَ سَهًا فِي الْوَقْتِ الَّذِي اسْتَدَارَ فِيهِ الدُّوْلَابُ حَتَّى وَاحِدَةً.



مزيد من المعلومات أنظر

- مصادر الطاقة ص ١٣٤
- الضوء ص ١٧٨
- القلب الكهرصوتي ص ١٩٢
- مصادر الضوء ص ١٩٣
- الانعكاس ص ١٩٤
- الانكسار ص ١٩٦
- الضوء والمادة ص ٢٠٠

الطيف الكهرمغنطيسي

كما ينتقل الضوء أمواجًا، كذلك أشكال الطاقة الأخرى بما فيها الأمواج الراديوية والضوئية (الميكروية) وفوق البنفسجية؛ وهي كلها أمواج كهرومغنطيسية تولد في مجتمعاتها ما يُدعى الطيف الكهرمغنطيسي. إن ألوان قوس قزح هي الجزء الوحيد المرئي في هذا الطيف، فكل الأمواج الأخرى غير مرئية. إن جميع هذه الأمواج تسري بسرعة الضوء، لكن كل مجموعة منها لها أطوال موجية مختلفة، وتحمل كميات متباينة من الطاقة. فالأمواج دون الحمراء والأمواج الضوئية والراديوية أطول أمواجًا من الضوء المرئي وتحمل طاقة أقل منه. أما الأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما فأطوالها الموجية أقصر من الضوء المرئي وتحمل طاقة أكثر منه.

أشعة جاما

أشعة جاما شديدة الاختراق، وهي تحمل كميات كبيرة من الطاقة بحيث تكفي الخلايا الحية إذا غرقت غمرًا. تُنتج أشعة جاما من توى الذرات الإشعاعية في التفاعلات والانفجارات النووية.



الأشعة السينية (أشعة إكس)

الأشعة السينية لها من الطاقة ما يجعلها تخترق طبقة سميكة من المادة بما فيها الجسم البشري. وهي صورة شعاعية تظهر أجزاء الجسم الكثيفة خلالًا.



الأمواج فوق البنفسجية

يحتوي ضوء الشمس أشعة فوق بنفسجية. والكميات القليلة من هذه الأشعة مفيدة لنا، لكن الكميات الكبيرة منها قد تؤدي لحبولة. وتُسبب سرطان الجلد. وهذه الأمواج هي التي تشع الجلد وتكسبه شمرة برونزية.



الأمواج دون الحمراء

تحت جميع الأجسام الدافئة أشعة دون الحمراء. وتستخدم هذه الأشعة في ألقاط صور فوتوغرافية خاصة، تُدعى صورًا حرارية، تبين كل لون فيها درجة حرارة جلد أو مختلف ترواخ بين الأصفر (أحماء) والأزرق (أبرد).

النشئل يصدر للأمواج الكهرمغنطيسية.



الأمواج الراديوية

لرأوخ الأطوال الموجية للأمواج الراديوية المستعملة في البث الإذاعي والتلفزيوني بين مئات الأمتار وبضع عشرات من السنتيمترات. وهناك علاقة وثيقة بين حجم الهوائي اللازم لالقاط الإشارات الراديوية (اللاسلكتة) وبين الطول الموجي.

الأمواج الضوئية

الأمواج الضوئية أقصر الأمواج الراديوية، وهي تُستخدم في إرسال إشارات الرادار. بعض الأمواج الضوئية هو تردد مناسق لتردد جزئيات الماء، فيمكن استخدام هذه الأمواج في إصاح الطعام الرطب، إذ تتحول طاقها إلى حرارة بتلذب جزئيات الماء.



جيمس كلارك ماكسويل

وضع الفيزيائي الإسكتلندي، جيمس كلارك ماكسويل (١٨٣١-١٨٧٩)، معادلات في الكهرباء والمغنطيسية تفسر ظواهر الأمواج الكهرمغنطيسية قبل اكتشافها. فبعد حوالي ١٥ عامًا من نشر تلك المعادلات استطاع هنري هيرتز إنتاج الأمواج الراديوية (اللاسلكتة) وتحويلها للمرة الأولى.



لمزيد من المعلومات انظر

- النشاط الإشعاعي (الفاعلية الإشعاعية) ص ٢٦
- البسورات ص ٣٠
- الراديو ص ١٦٤
- التلفزيون ص ١٦٦
- حقائق ومعلومات ص ٤١٤

مَصَادِرُ الضَّوْءِ



صَمِيحة إدِيْسُون

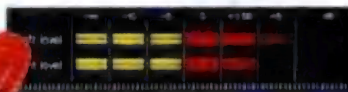
صنَع السَّخْرَجُ الْأَمْرِيكِيُّ، توماس إدِيْسُون (١٨٤٧-١٩٣١)، أَوَّلَ صَمِيحةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ عَمَلِيَّةٍ عام ١٨٧٩. قَدَّمَرِ تِيَارًا كَهْرَبَائِيَّةً عَنَرِ صِلَةِ تَرْبُوَّةٍ بِدَائِجِهَا، لِإِسْمَانِهَا، فَتَوَخَّضَتْ بِصُورٍ لَا تَنْتَحِي الشَّجَاجَاتِ الْحَدِيثَةِ صَالِقًا مِنَ التَّسْيِيشِ لِنَسْجِنَ إِلَى دَرَجَةِ تَقَارُبِ ٣٠٠٠ س.



المُطْلَقُ (الْبِيَكْترومتر)

التَّوَشُّورُ الرَّجَاجِيُّ بِحَرَفِ آتِجَاءِ الْوَانِ الْخَصْرُ وَالْمُتَخَفِّفُ بِكَتَبَاتٍ مُتَعَاوَةٍ، وَبِذَلِكَ يُعْلَقُ الْمَوْزِيعُ الصُّوْتِيُّ إِلَى طَلَبٍ، وَتُسْتَعْمَلُ الْمُطْلَقُ (مِقْيَاسُ الطَّلَبِ) دُورُشَا بِتَرَفِّ الضَّوْءِ، مِنْ مَقْطَعِ صَوْتِيٍّ، إِلَى طَلَبٍ وَتُحَدَّدُ أَطْوَالُ الضَّوْءِ الْمَوْجِيَّةِ فِي الطَّلَبِ دَائِجِيَّةُ الْعَاثِمِ الْمَوْجُودَةِ فِي التَّضْفَرِ.

الْمَقْدُونَةُ الضَّوْائِيَّةُ يُبَيِّنُهَا إِنْتَاكِ الضَّوْءِ الْأَخْضَرِ وَالْكَرْتَقَالِي وَالْأَصْفَرِ وَالْأَخْضَرِ.



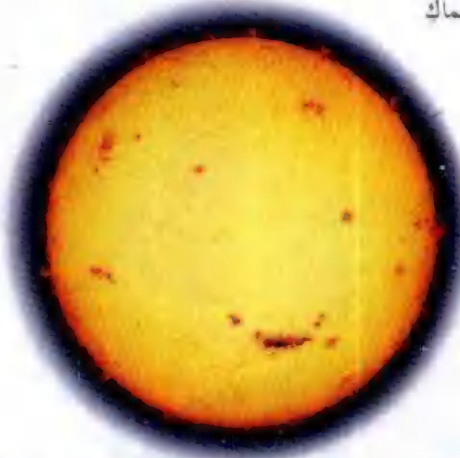
تُسْتَعْمَلُ الْمَقْدُونَةُ الضَّوْائِيَّةُ أَحْيَانًا فِي أَطْرِ عَرْضِ الْحَاسِبَاتِ وَشَبَكَاتِ الْكَبْرِ وَالشَّاعَاتِ الرَّقْمِيَّةِ.

الدَّائِرَاتُ الضَّوْائِيَّةُ

يَحْوِي الْكَبِيرُ مِنَ الْأَلْبِيَّةِ الْحَدِيثَةِ الْعَالِيَةِ الْأَمَانَةِ أَطْرَ عَرْضِيٍّ مِنَ الدَّائِرَاتِ الضَّوْائِيَّةِ وَهَذِهِ تَحْوِلُ الطَّاقَةَ الْكَهْرَبَائِيَّةَ إِلَى طَاقَةٍ ضَوْئِيَّةٍ - فَيُتَبَيَّنُ ضَوْءًا عِنْدَ مُرُورِ تِيَارٍ غَزِيْزٍهَا. وَهَلْهُ الدَّائِرَاتُ صَغِيرًا الْخُصْمُ، نَسْتَهْلِكُ تِيَارًا قَلِيلًا جَدًّا، وَنَدَوُّمُ طَوِيلًا بِالسَّافَرَةِ مَعَ الْمُتَشَجَّاتِ ذَاتِ الْفَانَالِ.

لَمَزِدُ مِنْ تَعْلُومَاتِ الْمُنْظَرِ

الْغَازَاتُ الشَّيْلَةُ مِنْ ٤٨
التَّغَامُلَاتُ الْكِيْمَارِيَّةُ مِنْ ٥٢
مَوَادُّ الْكَهْرَبَاءِ مِنْ ١٦٠
الْأَلْوَانُ مِنْ ٢٠٢



الطَّلَبُ الشَّمْسِيُّ

تَكُونُ دَرَجَةُ حَرَارَةِ سَطْحِ الشَّمْسِ ٥٥٠٠ س. وَتُتَبَيَّنُ حَمِيَّةُ الْوَانِ الطَّلَبِ التَّرْنِي عَلَى هَذِهِ الْمَرْجَةِ. لَكِنْ الدَّرَاجَاتُ فِي الطَّبَقَاتِ الْخَارِجِيَّةِ الْبَارِدَةِ مِنْ جَوْ الشَّمْسِ تَمْتَعُ بِتَرْدَدَاتٍ مُتَعَبَةٍ مِنَ الضَّوْءِ الْمَارِّ عِزَّهَا - مِمَّا يُحْدِثُ خُطُوطًا مُظْلِمَةً فِي الطَّلَبِ الشَّمْسِيِّ تُعْرَفُ بِخُطُوطِ فَرَاوْنِهُوفِر.

تَشْتَبِعُ الْغَازَاتُ لِلْمُخْتَلَفَةِ الضَّوْءِ لِخُطُوطِ الْأَلْوَانِ، فَالْبِيَكْترومترُ مَعَكُ، يَتَبَيَّنُ بَانَالًا ضَوْءًا أَحْمَرَ.



أَصْوَادُ التِّيُونِ

الْأَلْبِيَّةُ الرَّجَاجِيَّةُ الْمَعْلُومَةُ بِالْغَازِ يُصَدِّرُ ضَوْءًا عِنْدَمَا يَسِيرُ عِزَّالَهُ تِيَارًا كَهْرَبَائِيًّا. وَيُحْدِثُ ذَلِكَ لِئِنَّ الْغَازَ سَاجِدًا، بَلْ لِأَنَّ الْكِرُونَاتِ الْغَازِ تُعْطَى طَاقَةً تَعْقِذُهَا لِأَحْمًا بِأَيِّعَانِهَا ضَوْءًا.



غُوسْتَاڤ كِيرْتْنُوف

الْفِيْزِيَايُ الْأَلْمَانِي، غُوسْتَاڤ كِيرْتْنُوف (١٨٢٤-١٨٨٧)، دَرَسَ الْأَخْيَافَ الصُّوْتِيَّةَ بِطَقْلَبِ (بِيَكْترومتر) طَوْرَهُ بِمُعَاوَةِ الْكِيْمَاوِيِّ رُؤْيَا تِيْرَان. وَقَدْ لَاحَظَ أَنَّ الدَّرَاجَاتِ وَالْخَرِيْنَاتِ الْمُسْتَفْرِدَةَ تَشْتَبِعُ الْوَانِ مُتَعَبَةً فَطَرَّ عِنْدَ تَحْقِيْقِهَا. وَبِذَلِكَ أَدْرَكَ أَنَّ كُلَّ عَمَسٍ يَتَّبِعُ طَبَقًا مُتَمَيِّزًا مِنَ الْخُطُوطِ الشَّمْسِيَّةِ يُبَيِّنُ تَحْدِيدَ هَوِيَّتِهِ بِهِ.

الانعكاس

نرى بعض الأشياء لأنها مُضيئة بذاتها - كالشمس أو صَمَجَة التُّور - أمَّا الأجسامُ غيرُ المُضيئةُ فنراها بالضوء المُنعكس، أي بأشعة الضوء المُرتدة عنها. فنحن نرى القمرَ لأنه يُعكس ضوء الشمس. الغازات، على العموم، غيرُ مرئيةٍ لأنها، برقة قواها المُفرطة، لا تستطير من الضوء ما يكفي لرويتها؛ أمَّا السوائل والجوامدُ فنرى بوضوح، يعتمدُ مظهرُ الجسمِ المرئي على كثيَّة الضوء التي يعكسها وعلى نِسْجَة سطحه؛ فالسطحُ الأبيضُ الملبسُ مثلاً، يعكسُ التُّورَ أكثرَ من سطحٍ داكنٍ غثين. أمَّا السطحُ الذي لا يعكسُ أيَّ ضوءٍ فيبدو أسود.

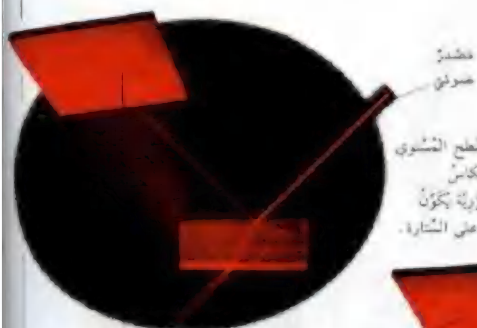
صورة الجسم في المرآة
المستوية مقلوبة يميناً ويساراً.
وهذا يعني أن جانب الجسم
الأيمن يُصبح الجانب الأيسر
للصورة.

الصورة المرآتية

هل لاحظت أن بُعد
صورة الجسم في المرآة
المستوية (المسطحة) خلفها
مُساوٍ لبُعد الجسم أمامها؟ إن
هذه الصورة ليست صورة حقيقية؛
فالواقع أن بُعدَ الضوء ليس
من خلف المرآة، بل هو ضوء
يعكسُ من سطحها إلى أعيننا كأنه
أتى من جسم في موقع الصورة تماماً.
لذا نسمي مثل هذه الصورة صورة
تقليدية.

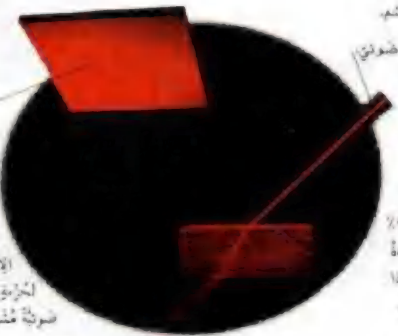


حجم الصورة
التقليدية في المرآة
المستوية مساوٍ تماماً
لحجم الجسم.



الانعكاس مرآوي

الضوء يتكسب من السطح المنحني
بزاوية مُختلفة. فالانعكاس
المرآوي الخرمي ليزرته يكون
مُقعاً تاجعاً على الشارة.



صورة مُمكنة
تُشاهد ضوئياً

انعكاس
مرآوي

انعكاس
انتشاري

الانعكاس الانتشاري

السطح الخشن يعكس الضوء
تشتيراً - أي مُشتتاً في جميع
الاتجاهات. فالانعكاس الانتشاري
الخرمي ليزرته يُنتج زلقة
ضوئية مُشوّمة على الشارة.

مرايا مُزدوجة الاتجاه

تعكس الصليحة الزجاجية
حوالي 5% من كثيَّة الضوء
الساقط عليها، وتُلقِّد الـ 95%
الأخرى. وإذا كانت الإضاءة
مماثلة للشدة في كلا جانبيها، تبدو الانعكاسات ضعيفة. أمَّا إذا
كان أحد الجانبين ساطعاً والإضاءة والأخرى مُظلمة، فيبدو الجانب
التيك كالبهرة، إذ لا يوجد ضوء يُلقي على الانعكاس.
فالناس في الجانب التيك يرون انعكاسات أنفسهم كما في مرآة. أمَّا
الناس في الجانب المُظلم فيرون الجانب الآخر، بالضوء النافذ،
فتر صفيحة الزجاج بوضوح.



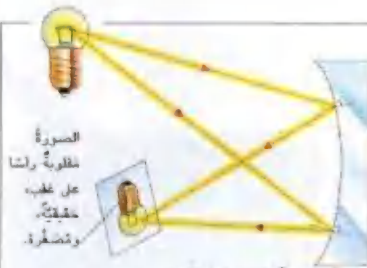
هندريك لورنتز

استخدم الفيزيائي الهولندي، هندريك
لورنتز (١٨٥٣-١٩٢٣)، نظرية
جيمس كلاوك ماكسويل عن الأمواج
الكهرومغناطيسية ليشرح كيفية انعكاس
الضوء. فارتأى أن الإلكترونات
تتمسك الطاقة الضوئية ثم تنقلها ثانيةً
بزاوية جديدة. وتؤكد نظرية لورنتز
عده قانون الانعكاس الذي ينص على
أن زاوية الانعكاس تساوي زاوية
الاشعوط (أو الزوايا).



طيف شين

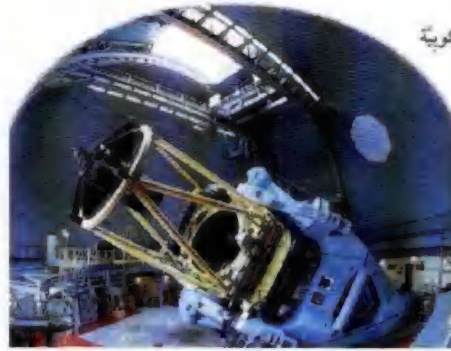
استُخدمت المرايا المُزدوجة الاتجاه في سيارح القرن التاسع عشر لغرض ضوئي شين،
مكان الضوء المُشتت على مُنقَلٍ يُعكسُ على مرآة مائلة نحو صفيحة زجاجية كبيرة
مُوازٍية، ومنها نحو السطح. فحين يكون المُشعُّ لا يرى المشاهدون الصفيحة
الرُجائية، بل يرون أمامهم شيئاً يظهرون ويخفي.



الصورة
مقلوبة وأسا
على غيب،
وثنائية.

صورة حقيقية في مرآة مقعرة

يمكن تركيز الضوء الوارد من جسم بعيد بمرآة مقعرة وتمرير صورته المقلوبة وأسا على غيب، على سارية. وبعيد جسم الصورة على المسافة بين الجسم والمرآة، فكلما اقترب الجسم من بؤرة المرآة بزيادة حجم صورته.



الترابا التلسكوبية

لنستخدم أصغر التلسكوبات في العالم مرآة مقعرة كبيرة تجمع ضوء النجوم البعيدة، فتأخذ شععة الضوء المنواردة وترتكزها في نقطة واحدة (البؤرة).

المرآة الرئيسية الكبيرة هي
مرآة مقعرة يبلغ طول
قطرها عدة أمتار.



مرآة القيادة

مرآة القيادة مرآة محدبة، شفافها الضئيل مقلوب إلى الخارج كلها للانعكاس. الترابا المحدبة تعكس الضوء لتنتج دائما صورة أصغر وغير مقلوبة. وهذا مفيد إذا أردنا الحصول على مجال رؤية واسع. كما في مرآة القيادة. فذلك يتجنب السائق من رؤية سائق أوسع وأفضل على جاني السيارة، من خلف المرآة المستوية.

الضوء المنعكس من المرآة المقعرة يتركز في
بؤرة أصغر تمكنه بدورها نحو الكاميرا لتنتج
صورة فوتوغرافية أو تلفزيونية.



الأمواج المنعكسة تبدو
كأنها أتت من نقطة
خلف السطح.

حاجز

موجة
منعكسة

أمواج تقديرية

يمكن تمثيل الطريقة التي تنتج فيها مرآة مستوية صورة تقديرية بواسطة الأمواج المائية. افترض أن الحاجز مرآة مستوية. فعندما نضرب الأمواج الدائرية نرتد عنه، فتبدو الأمواج المنعكسة كأنها أتت من نقطة خلف الحاجز، ولما كانت هذه الأمواج لا تنطلق فعلا من تلك النقطة، لدعوها صورة تقديرية.

الصورة غير
مقلوبة، تقديرية،
ومقلوبة.

مرآة الجلالة

إذا فرقت وجهك من مرآة مقعرة، انعكس الضوء لتنتج صورة مكبرة. لكن إذا ابتعدت عن المرآة، تصبح الصورة مضطربة ثم تظهر ثانية مقلوبة وأسا على غيب ومضطربة. يمكنك مساعدة مقلب أطوار هذه الظاهرة في السطح المنقعر لوانعكس متغيرة.

الترابا الطريفة

تكون مرآبا المعارض الشبانية العروس حورا مشرقة قد تكون نخبقة ومسلية في الوقت نفسه. والحقيقة أن الترابا دائما هي المشرقة إذ جعلها سطوحها الشبانية الضعف والتحلب مرآبا مقلوبة، في مواقع - تجعل الأشياء أكبر، ومقلوبة في مواقع أخرى - تجعل الأشياء تبدو أصغر من الواقع. فإذا ما وقفت أمام إحدى تلك المرآبا الطريفة، فقد ترى لك جسما طويلا رفيعا وسائقين قصيرين غليظين، فيما تبدو أجزاء أخرى من جسدك مقلوبة وأسا على غيب.

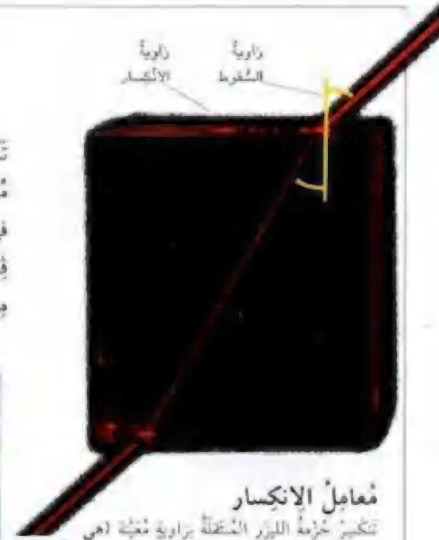


لزيادة من المعلومات أخطر

- العلم الكارمطيسي ص ١٩٢
- العدسات ص ١٩٧
- الآلات المصرية ص ١٩٨
- الضوء والمادة ص ٢٠٠

الانكسار

يسري الضُّوٓءُ في خطوط مُستقيمة؛ لكنَّ عندَ أنتقاله مائلًا من وَسْطِ شَفَافٍ إلى آخَرٍ تَنَحُّنِي أَشْعَتُهُ، وَيُسَمَّى هَذَا الانحناءُ انكسارَ الضُّوٓءِ. وَيُصَوِّرُ هَذَا لِمَ تَبْدُو قَسَمَةُ الشَّرْبِ مُنْحَنِيَةً فِي كُوبٍ مَاءٍ عِنْدَ نَقْطَةِ دُخُولِهَا فِيهِ. وَيَحْدُثُ الانكسارُ نَتِيجَةً لِتَبَايُنِ سُرْعَةِ الضُّوٓءِ فِي الْمَوَادِّ الشَّافِيَةِ الْمُخْتَلِفَةِ. أَوَّلُ مَنْ تَقْصَى انكسارَ الضُّوٓءِ رِياضِيًّا كَانَ الْعَالِمُ الْهُولَنْدِيُّ فِلِبرورد سِنِل (١٥٩١-١٦٢٦). يَمِيزُ مُعَامِلُ الانكسارِ (وهو ثابت = $\frac{\text{جيب زاوية السقوط}}{\text{جيب زاوية الانكسار}}$) وَقَدَارَ انحناءِ حَزْمَةِ الضُّوٓءِ عِنْدَمَا تَنْتَقِلُ مِنْ مَادَّةٍ إِلَى أُخْرَى. فَبِالنِّسْبَةِ لِلْهَوَاءِ، مُعَامِلُ الانكسارِ ١ لِلْهَوَاءِ، ١,٣ لِلْمَاءِ وَلِلزُّجَاجِ ١,٥. فَالضُّوٓءُ يَنْحَنِي أَكْثَرَ عِنْدَ أَنْتِقَالِهِ مِنَ الْهَوَاءِ إِلَى الزُّجَاجِ مِمَّا يَنْحَنِي عِنْدَ أَنْتِقَالِهِ مِنَ الْهَوَاءِ إِلَى الْمَاءِ، لِأَنَّ سُرْعَتَهُ تُنْقَطِعُ أَكْثَرَ فِي الزُّجَاجِ.



مُعَامِلُ الانكسار

تَتَكَبَّرُ حَزْمَةُ الْبُرَاقِ الْمُتَقَلِّبَةِ بِزَاوِيَةٍ مُعَيَّنَةٍ (هي زَاوِيَةُ السُّقُوطِ) مِنَ الْهَوَاءِ إِلَى الْكُتْلَةِ الزُّجَاجِيَّةِ لِأَنَّ سُرْعَةَ الضُّوٓءِ فِي الزُّجَاجِ أَقْلُ مِنْهَا فِي الْهَوَاءِ. وَيُخَذُّ مُعَامِلُ الانكسارِ الثَّابِتُ لِلْمَادَّةِ الْغَلَاقَةِ بَيْنَ السَّرْعَتَيْنِ. فَفِي هَذِهِ الْحَالَةِ، مُعَامِلُ الانكسارِ لِلزُّجَاجِ بِالنِّسْبَةِ لِلْهَوَاءِ هُوَ حَاصِلُ قِسْمَةِ سُرْعَةِ الضُّوٓءِ فِي الْهَوَاءِ عَلَى سُرْعَتِهِ فِي الزُّجَاجِ.



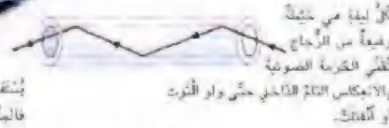
تَبَدُّلُ الْأَنْجَاءِ بِتَبَدُّلِ السَّرْعَةِ

عِنْدَمَا نَنْظُرُ خِوَالِثَ الشَّاحَةِ بِزَاوِيَةٍ مُعَيَّنَةٍ مِنْ سَطْحٍ مُلَبِّدٍ إِلَى أَرْضٍ رَقِيَّةٍ نَمُتَشِوْشُهُ نَبْطًا سُرْعَةُ الْفَوَالِيبِ مِنْ جَانِبٍ وَاحِدٍ مُسَبَّةً لِحِدَاةٍ فِي مَسَاقِ الشَّاحَةِ. وَهَذَا يُمَثِّلُ انكسارَ الضُّوٓءِ عِنْدَ انْتِقَالِهِ مِنَ الْهَوَاءِ إِلَى الزُّجَاجِ.



الْمِنْظَارُ الدَّاخِلِي

يُشْتَقَدُ مِنَ مَبْدَأِ الانكسارِ التَّامِّ الدَّاخِلِيِّ فِي الْقُبِّ، فَالْمِنْظَارُ الدَّاخِلِيُّ، الْمَوْقُوفُ مِنْ وَرَعِهِ مِنَ الْأَيَّافِ الْبَصَرِيَّةِ الثَّمَلَةِ، يُسْتَخْدَمُ فِي تَنْظِيرِ دَاخِلِي الْجِسْمِ دُونَ الْحَاجَةِ إِلَى إِجْرَاءِ عَمَلِيَّةٍ جِرَاحِيَّةٍ. يَسْرِي الضُّوٓءُ مُنْقَى عَلَى طَوْلِ الْأَيَّافِ بِالانكسارِ التَّامِّ الدَّاخِلِيِّ، فَيَسْتَطِيعُ الطَّيِّبُ إِحْدَالُ الْمِنْظَارِ خِلْفَ الْبُلْعُومِ وَالتَّرِي، لِمُخَصِّرِ دَاخِلِي الْمَجْعَةِ.

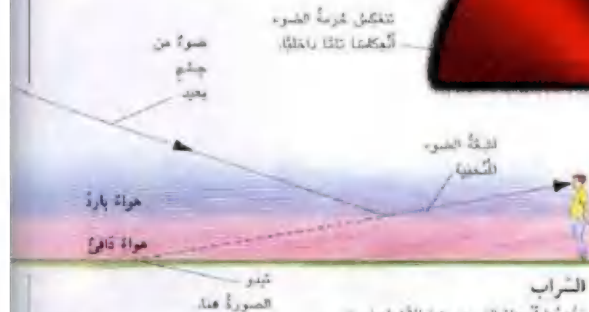


زَاوِيَةُ السُّقُوطِ مُتَسَاوِيَةٌ
لِلزَاوِيَةِ الْخَارِجَةِ.



الانكسار التام الدَّاخِلِي

يَسْتَلِيزُ فِي الْكُتْلَةِ الزُّجَاجِيَّةِ أَعْلَاءَ كِبِيَّةٍ انكسارَ الضُّوٓءِ، عِنْدَ أَنْتِقَالِهِ مِنَ الزُّجَاجِ إِلَى الْهَوَاءِ فَتَزِيدُ سُرْعَتُهُ. فَإِذَا كَانَتْ زَاوِيَةُ السُّقُوطِ صَغِيرَةً، تَسْقُطُ حَزْمَةُ الضُّوٓءِ بِزَاوِيَةٍ أَكْثَرَ، لَكِنْ مَعَ تَوَائِدِهِ بِقَدَارِ زَاوِيَةِ السُّقُوطِ (إِلَى الْبَسَارِ)، يَزِيدُ انكسارُ حَزْمَةِ الضُّوٓءِ أَكْثَرَ فَآخِرًا. وَعِنْدَمَا يَلْبِغُ زَاوِيَةُ السُّقُوطِ حَدًّا مُتَسَاوِيَةً لِلزَاوِيَةِ الْخَارِجَةِ، لَا يَتَوَدَّ الضُّوٓءُ يَسِيلُ مِنَ الزُّجَاجِ مُتَقَلِّبًا - بَلْ يَنْعَكِسُ دَاخِلًا، وَتَعْرِفُ هَذَا بِالانكسارِ التَّامِّ الدَّاخِلِيِّ.



الشَّرْبَابُ

يَسُدُّهَا أَجْنَانَةُ الضُّوٓءِ بِرُؤْيَا الْأَشْيَاءِ فِي عَرَبٍ مُتَوَاقِعِهَا. يَحْدُثُ الشَّرْبَابُ بِانكسارِ الضُّوٓءِ فِي الْحَزْمِ، لِأَنَّ سُرْعَةَ الضُّوٓءِ أَرِيدُ فِي الْهَوَاءِ الْحَارِّ الْمُتَلَاقِقِ الْأَرْضِ مِنْ سُرْعَتِهِ فِي الْهَوَاءِ الْبَارِدِ الْأَعْلَى. فَيَنْكَسِرُ الضُّوٓءُ فِي مَسَارِ مُتَوَسِّسٍ، نَتِيجَةً صُورَةُ رَافِقَةٍ لِجِسْمٍ بَعِيدٍ. وَالشَّرْبَابُ يَكْثُرُ فِي السَّمَاءِ حَيْثُ الْهَوَاءُ حَارٌّ جَدًّا.



الْأَسْبَاقُ الْمُخْتَلِفَةُ

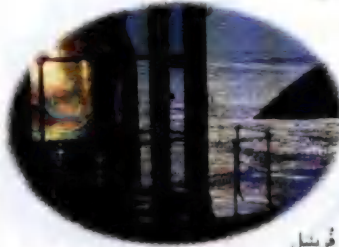
هَلْ تَحَقَّقْتَ أَنَّ الْأَحْوَاسَ وَالْبُرُكَ هِيَ دَائِمًا أَعْيُنُ مَتَا تَبْدُو؟ ذَلِكَ لِأَنَّ انكسارَ الضُّوٓءِ الْمُتَقَلِّبِ مِنَ الْمَاءِ إِلَى الْهَوَاءِ يَجْعَلُ قَعْرَ الْمَوْضِعِ يَبْدُو أَقْرَبَ إِلَى السَّاطِرِ مِمَّا هُوَ عَلَيْهِ. يُمْكِنُكَ تَشَاعُدُهُ خَلْفَ الظَّاهِرَةِ فِي كُوبِ الْمَاءِ أَعْلَاءَ. فَيَا انكسارَ الضُّوٓءِ يَبْدُو الْبُرْءُ أَقْرَبَ إِلَى سَطْحِ الْمَاءِ.

لَمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

- الضُّوٓءُ والضُّوٓءُ ص ١٧٧
- الانكسار ص ١٩٤
- الألوان ص ٢٠٢
- الانكسار ص ٢٠٤
- مَقَالٌ وَمَعْلُومَاتٌ ص ٢١٧

العدسات

إنجاء الضوء عند انتقاله من الهواء إلى الزجاج حقيقة يمكن الاستفادة منها. فالعدسات هي قطع من الزجاج أو اللدائن الشفافة مُشكَّلة خصيصاً لتركيز الضوء وتكوين الصور وتكبير أو تصغير مشهد يخترق الضوء الشاري عبرها. ويظهر تروبي العدسة باتجاه أطرافها، فقد تكون أسطوانة أو أرق في المركز منها في الأطراف. ويحدد شكل العدسة ما إذا كان أنجاء الضوء المار عبرها نحو نقطة واحدة - هي بؤرة العدسة - أو بعيداً عنها. وفي كل من عيني الإنسان عدسة طبيعية تركز بها المشاهد، كما تفعل أنت الآن للتركيز على هذه الكلمات.



عدسة فريثيل

ابتكر الفيزيائي الفرنسي، أوغستين فريثيل (1788-1837)، عدسة فريثيل بديلة من الحلقات الزجاجية. وهذه العدسات لا تصلح لتكوين الصور لأنها تشوه كثيراً، لكنها جيدة جداً لتركيز حزم الضوء. لذا تُستخدم غالباً في المصابيح والأساطير للسيارات وفي أجهزة الإشعاع.



العدسة المكبرة

لقد الأجسام أكبر مما هي بكثير عندما تنظر إليها من خلال العدسة المكبرة. وتنتج العدسة المكبرة، وتنتج مسار الأشعة الضوئية خلال العدسة تسمى كيفية إنتاجها صورة تقريبية مكبرة للجسم. ويعتمد مقدار التكبير على البعد البؤري للعدسة. فكلما قصر البعد البؤري، بأرقام سماكة العدسة، أصبح التكبير أقوى.

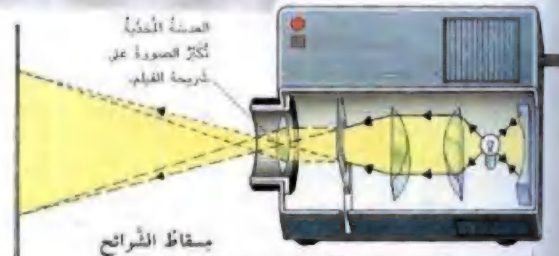
لزيد من المعلومات انظر

- المكتوبات من ٦٠٠
- الإحاج من ١١٠
- الألآت البصريّة من ١٩٨
- الانصار من ٢٠٤
- التصوير الفوتوغرافي من ٢٠٦



العدسات المحلّبة والمقعرة

العدسة الأسطوانية في وسطها منها في أطرافها عدسة محدبة. وهي تجمع أشعة الضوء المتوازية المارة عبرها وتتركها في نقطة هي بؤرتها. أما العدسة الأسطوانية في أطرافها منها في وسطها فهي عدسة مقعرة. وهي تفرق أشعة الضوء المتوازية المارة عبرها لتبلى كما لو أنها صادرة من بؤرة تقديرية في الجانب الآخر منها.



مسقاط الشرائح

تنتج العدسة المحلّبة في جهاز الإشعاع صورة حقيقية مكبرة للشرائح. والصورة حقيقية لأن الضوء يمر بها فعلاً، كما يمكن عرضها على شاشة. وهي مقلوبة (رأساً على عقب)، لذا يجب وضع الشريحة الفيلمية مقلوبة في المسقاط كي تعرض الصورة قائمة على الشاشة.

أنطوني فان ليونيهوك

المخترع الهولندي الذي صنعته الهولندي أنطوني فان ليونيهوك (١٦٣٢-١٧٢٣)، جعل دراسة البكتيريا وخلايا الدم أمراً ممكناً للمرة الأولى في تاريخ العلم. وفوق هذه البنية البسيطة عدسة قوية، شكلت من بلورة زجاجية، مرقحة على سطحها معدنية.



الآلات البصرية

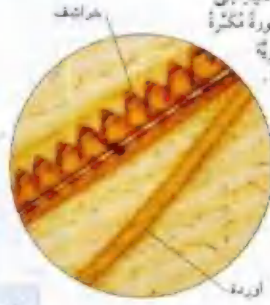


بنظار ثنائي العينين

يتألف البظار الثنائي العيني من
تلسكوبين (بفراش) كاسيرين، يحوي كل
يهما عينية وعينية تكوّنان صورة أكبر
وأوضح بكثير للجسم المتطور من بُعد.

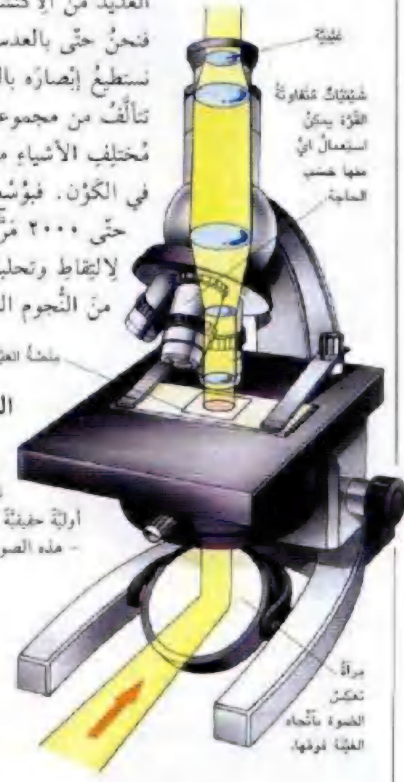
صورة مجهرية

عندما يُكَبَّر جُذُر ٥٠
مرة، تظهر الحراشف والأوردة
واحدة التفاصيل - هذه الصورة
أُخذت عبر عدسات مجهر مُركَّب.



الميكروسكوب المركب

يُكَبِّر الميكروسكوب المركب الأشياء على
مرحلتين. تعكس البُرَّة الضوء عبر العينية إلى
عينية قوية - العدسة المُقْبِلَة - تُكوِّن صورة مُكَبَّرَة
أولى حفيفة للعينة. ثم تلتقي العينية - العدسة المُقْبِلَة
- هذه الصورة مُكَبَّرَة ثانية، كما العدسة المُكَبَّرَة.

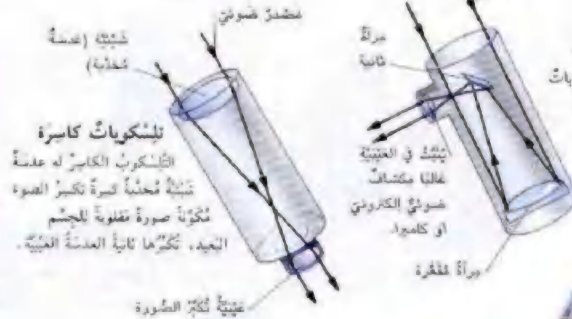


التلسكوبات المهمة

- ١٧٨٩ تلسكوب وليام هرشل، إنكلترا،
قطر مرآته ١.٢٣ متر
- ١٨٤٥ تلسكوب لورده روس، إنجلترا،
قطر مرآته ١.٨٣ متر
- ١٩١٧ تلسكوب جبل ويلسون،
كاليفورنيا، قطر مرآته ٢.٥٤ متر
- ١٩٤٨ تلسكوب جبل العاكس، ألبومار،
كاليفورنيا، قطر مرآته ٥ أمتار
- ١٩٧٦ تلسكوب جبل سميرنوفسكي، قطر
مرآته ٦ أمتار
- ١٩٩٢ تلسكوب كك، هاواي، قطر
مرآته ١٠ أمتار

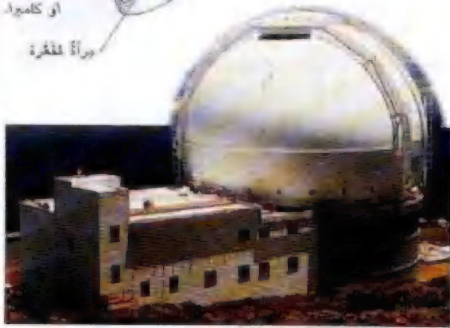
تلسكوبات عاكسة

تُصنَّع التلسكوبات العاكسة الحديثة هي تلسكوبات
عاكسة ذات مرآتين مُكَبَّرَة كثيرة تُجَنِّع الضوء
وتركز في بؤرتها - فما تعكس مرآة ثانية
الضوء باتجاه العينية أو الكاميرا.



تلسكوب هرشل

هذا التلسكوب العاكس، قطر ٤.٢ متر، الذي يحوي
اسم وليام هرشل، يحوي كاميرات وحواسيب
إلكترونية تستقبل وتُحلِّل ضوء النجوم. وقد شُيِّد في
جَزْء جاك لابالما الصافي في إحدى جُزُر الكناري
مُقابِل الشاطئ الشمالي الغربي للجزيرة الإفريقية.



إزيد من المعلومات الخضر

- الانعكاس ص ١٩٤
- الانكسار ص ١٩٦
- العدسات ص ١٩٧
- علم الفلك ص ٢٩٦
- التلسكوبات الأرضية ص ٢٩٧
- التلسكوبات الفضائية ص ٢٩٨

الليزر

أضواء الليزر بأشعتها الحزمية غدت من المشاهد المألوفة في حفلات الرقص والغناء الشعبية. لكن استخدام أشعة الليزر يتجاوز مجالات الترفيه والتسلية إلى مجالات علمية وعملية عديدة تشمل جراحة العين، والمساحة، وقطع الفولاذ، ونقل الإشارات التلفزيونية والحاسوبية عبر الألياف البصرية، وقراءة المعلومات والرموز من شفرات الأعمدة التسعيرية والأنطوانات المدمجة. الخاصية المميزة لضوء الليزر والتي توهله لمختلف استخداماته هي ترابطه واتساقه (انتظامه). فالأمواج الصوتية العادية مخلطة وغير منتظمة، لكن أمواج الليزر متساوية منتظمة، تصفوف الجند في مسيرة عسكرية. لذا يمكن توجيهها بحزم قوية أكثر نضوعاً وأدق توازياً من الضوء من مصادر أخرى.



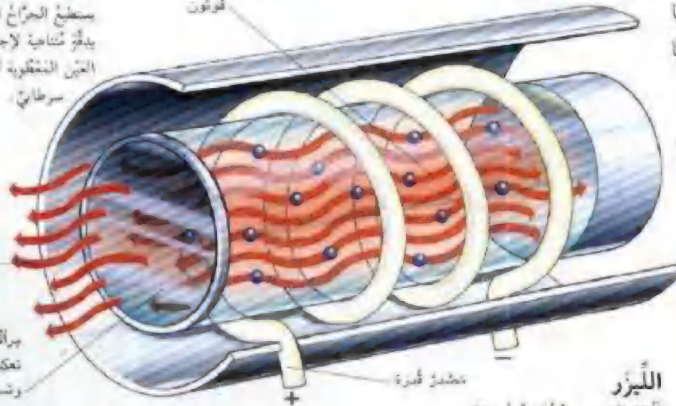
حزمة الليزر
قوية ومرتدة
الدقة.

الجراحة الليزرية

يستطيع الجراح المتمكن في حزم الليزر بدقة شتابة لإجراء قعر دقيق في سطح العين المنعقدة أو لإشعاع خلايا ورم سرطان.

ينتبع ليّزر مويج
الهليوم والكوبلت
ضوءاً أحمر.

براءة جزيئة الشمس
تعتكش معظم الضوء
وتشتع طربوب بعضه.



ليّزر إنتاج ضوء الليزر بخشد الخواص
أو السوائل أو الغازات بالحقنة ويعتمد
نوع الضوء الليزري الناتج على نوعية
العناصر المتواجدة في المادة.



الليزر

لفظة ليزر هي مختصر أوائل
لها معناه التضخيم الضوء بأشعة الانعراج المثلثة؛ ويمكن شرح ما يجري
حين جهاز الليزر بأن الطاقة الشتعة من أنبوب ومضاعف أو من تيار كهربائي
تشتع أو تثير ذرات مادة الليزر. فتتبع بعض الذرات فوتونات، وهذه بدورها
تشتع ذرات أخرى فتتبع فوتونات في الاتجاه نفسه. وتنتقل الفوتونات
مشوائية جبهة وذهاباً بين المرايا في جاني الأنبوب.

الهولوغرام صورة شتعة
ثلاثية الأبعاد تؤخذ بضوء
الليزر. ويتكند الدوران حول
الصورة لمشاهدتها
من الجانب الآخر.



الصّور

المجسمة

(الهولوغرامية)

تؤخذ الصورة العادية بواسطة مجموعة واحدة من الأمواج الصوتية لتعكس
من الجسم إلى الفيلم. لكن بفضل أنظمة ضوء الليزر المثلثة، يمكن نقله
إلى مجموعتين فوجنتين لإنتاج صورة مجسمة. إحدى المجموعتين تعكس
مباشرة من الجسم، أما المجموعة الأخرى فتصل الفيلم من اتجاه مختلف
دون المرور بالجسم. بحيث يلتقي المجموعتان الموجبتان ينتج نض
تناحلي تشكّل على الفيلم. فإذا أثيرت الصورة الهولوغرامية بالشكل
الصحيح نادر مجسمة ثلاثية الأبعاد.

المحاسبة السريعة في المتاجر الكبرى

لأولاً البيانات الحاسوبية المبرمجة في شفرة
الأمدة الشتعية على شتباتك بضوء
الليزر المتكس. وتشتع الليزر في
قاربات هذه الشفرات حائل من أشباه
النواصل. لآله تشكّل قدرة أقل
يكتبر من ليزر مزيج الهليوم والكوبلت التي
كانت تشتع في مكاتب سابقة.

تيوذور ميمان

طوّز تيوذور ميمان
فكرة الليزر عام
١٩٥٧، وهي فكرة
تعتمد على نظريات ألبرت
أينشتين في طبيعة الضوء.
وشتم تيوذور ميمان (من مواليد



١٩٢٧) أوّل ليزر عملي عام ١٩٦٠.
جهاز ميمان ولّد ضوء الليزر بتزويد بلورة
ياقوت بالحقنة من أنبوب ومضاعف. وقد حقن
ليزر ميمان إنجازاً مهماً رغم أنه لم يتجاوز
البضع سنتيمترات طولاً.

الليزر الصناعية

تلتفع الليزر العالية القدرة صفائح الفولاذ
الشتبة بالشهوة التي تلتفع بها يمكن
ساجدة قطعة من الزيد. والليزر بالماء
الآهية أيضاً في المساحة، لأن حزمها
تتري في حط مستقيم بغاية الدقة. وقد تم
تخطيط مسار نقي القناة الإنكليزية بين
فرنسا وإنجلترا بواسطة الليزر.

لريد من المعلومات المختار

- أشعة الفلترات ص ٣٩
- الغازات البلية ص ٤٨
- الشرعة ص ١١٨
- التكنولوجيا الشتابة ص ١٤٨
- الصوت والضوء ص ١٧٧
- الضوء ص ١٩٠

الصُّوَّة والمادَّة

لَعَلَّكَ شَعَرْتَ يوماً بالحرارة المُتَبَعَّة مِن طريق مُعَبَّدَةٍ بِالْأَسْفَلَتِ فِي يَوْمِ مُشْوسٍ!
فَالْأَسْفَلَتُ لِسُجَاوِهِ يَمْتَصُّ الطَّاقَةَ الضَّوِّيَّةَ السَّاقِطَةَ عَلَيْهِ فَتَرْتَفِعُ دَرَجَةُ حَرَارَتِهِ تَدْرِيجًا.
السُّطُوحُ السَّودَاءُ تَمْتَصُّ الضَّوءَ، فِيمَا السُّطُوحُ الْبَيْضَاءُ تَعْكِبُهُ فَتَسْخُنُ بِطَرَفٍ أَكْثَرَ عِنْدَ
تَعَرُّضِهَا لِلشَّمْسِ. لِذَا فَاَلْمَلَابِسُ الْفَاتِيحَةُ اللَّوْنِ أَبْرَدُ مِنَ الدَّاكِيَةِ فِي طَرَفٍ حَارٍّ. وَكَمَا
الْأَشْيَاءُ تَعْكِبُ الضَّوءَ أَوْ تَمْتَصُّهُ فَإِنَّ الْمَوَادَّ الشَّفَافَةَ، كَالزُّجَاجِ، تُنْفِذُهُ. وَيَعْتَمِدُ مَظْهَرُ
الجِسْمِ (أَوِ الْمَادَّةِ) لِلرَّائِي عَلَى الطَّرِيقَةِ الَّتِي يَمْتَصُّ فِيهَا الجِسْمُ الضَّوءَ
أَوْ يَعْكِسُهُ أَوْ يُنْفِذُهُ.

فَلَمَّا قَرَأَ عَدَسَاتِ النُّقَارَاتِ
الْفُوتُونُورْمِيَّةِ عِنْدَ تَعَرُّضِهَا
لِضَوْءِ الشَّمْسِ الشَّامِلِ.



الرُّجَاجُ الْفُوتُونُورْمِي

فِي الضَّوءِ الْخَالِيقِ يَدُورُ
الرُّجَاجُ الْفُوتُونُورْمِي شَفَافًا
تَقْرِيبًا، لَكِنَّهُ يَصْبَحُ قَابِلًا عِنْدَمَا يَتَعَرَّضُ لِضَوْءٍ سَابِلٍ
فَالطَّاقَةُ الضَّوِّيَّةُ تُغَيِّرُ بَيِّنَةَ بَعْضِ جُزْئِيَّاتِ الرُّجَاجِ
فَتَنْتَشِرُ شَوْكًا أَكْبَرَ. وَهَذِهِ الْخَاصِيَّةُ عَكْسِيَّةٌ - هِيَ
الَّتِي يَعُودُ الرُّجَاجُ إِلَى صِفَاتِهِ.

الْأَجْسَامُ الشَّفَافَةُ وَالشَّقَّةُ

وغير الشَّفَافَةِ

الْمَوَادُّ الْعَادِيَّةُ تَتَأَثَّرُ بِالضَّوءِ بِطَرَفٍ مُخْتَلِفَةٍ.
فَالشَّفَافَةُ مِنْهَا تُنْفِذُ كُلَّ الضَّوءِ السَّاقِطِ عَلَيْهَا
تَقْرِيبًا، وَالشَّقَّةُ (شِبْهُ الشَّفَافَةِ) تُنْفِذُ الضَّوءَ
مُسْتَطَافًا فِي شَتَّى الْأَتَجَاهَاتِ بِجُزْئِيَّاتٍ دَقِيقَةٍ
دَاجِلِيَّاهَا، أَمَّا الْمَوَادُّ غَيْرُ الشَّفَافَةِ فَلَا تُنْفِذُ
الضَّوءَ، بَلْ تَعْكِبُهُ أَوْ تَمْتَصُّهُ.



الْمَوَادُّ لَا تَعْكِبُهَا
عَبْرَ شَفَافَةٍ، فَلَا تُنْفِذُ شَيْئًا
مِنَ الضَّوءِ بَلْ تُشْقِي ظِلًّا.



يَتَعَكَّبُ الضَّوءُ عَنِ مَادَّةٍ
مُضَلَّيَةٍ بِزَاوِيَةٍ مُتَسَاوِيَةٍ
وَلَوْجُوهٍ شَتَّى عَلَيْهَا.



تُنْفِذُ الْمَادَّةُ الشَّفَافَةُ ضَرْفُهَا الضَّوءَ
الشَّامِلَ عَلَيْهَا، وَيَتَعَكَّبُ الْعَبْلُ
مِنْهُ - وَهَذَا مَا يَجْعَلُنَا نَرَى
سَطْحَ الرُّجَاجِ.



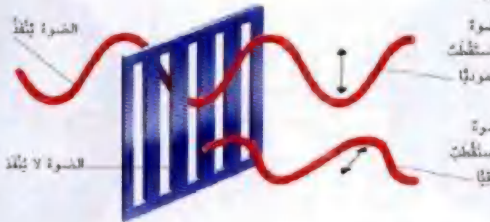
الضَّلَوْر

بَعْضُ الْكِيْمَاوِيَّاتِ يَمْتَصُّ الضَّوءَ فَرَقَ الْبَحْسِيِّ
ثُمَّ يَنْفِذُ الطَّاقَةَ حَيَاةً قَرَارًا، وَتُحَرِّقُ هَذَا
بِالضَّلَوْرِ. هَذِهِ الْكِيْمَاوِيَّاتُ يُمْكِنُ اسْتِخْدَامُهَا فِي
طَبْعِ الْمَلَابِسِ وَالْمَعَانِي، وَأَعْلَامِ التَّلَوِينِ وَحَتَّى
مُتَحَفِّضَاتِ الْحَصِيلِ «الْمُتَوَقِّفَةِ». يُشْعِرُ تَصَوُّرُ
خَاصِيَّةِ الْخَسِيلِ كِيْمَاوِيَّاتٍ مُلَوَّنَةٍ فِي السُّطُوحَاتِ الَّتِي
تَبْدُو الْمَلَابِسُ الْبَيْضَاءُ أَكْثَرَ نَيَاضًا فِي ضَوْءِ الشَّمْسِ.



زُرْقَةُ السَّمَاءِ

هَلْ تَسْأَلُكَ يَوْمًا لِمَ تَبْدُو السَّمَاءُ
زُرْقَاءَ؟ السَّبَبُ هُوَ أَنَّ جُزْئِيَّاتِ
الْغُبَارِ الدَّقِيقَةِ وَتُخَازِ الْمَاءِ فِي الْحَوِّ
تَسْتَعْلِقُ (تُسْتَقْبِلُ) ضَوْءَ الشَّمْسِ
الْأَزْرَقَ، ذَا الطُّوْلِ الْمَوْجِيِّ
الْقَصِيرِ، بِشِدَّةٍ أَكْثَرَ مِنْهَا تَسْتَعْلِقُ
الضَّوءَ الْأَحْمَرَ ذَا الطُّوْلِ الْمَوْجِيِّ
الْأَطْوَلَ. أَمَّا حِينَ تَنْقَرُّ فِي أَتَجَاءِ
مَغِيبِ الشَّمْسِ عِنْدَ الْعُرُوبِ، فَإِنَّا
نَرَى ضَوْءَ الشَّمْسِ الْمُخْتَمِرَ
الْأَلْمُسْتَقْتَارَ (غَيْرَ الْمُسْتَقْتَمِرِ).



الْإِسْتِقْبَابُ

أَسْرَاجُ الضَّوءِ مُسْتَمَرَّةٌ، تَتَدَلَّلُ
مُعَايِدَةً مَعَ أَتَجَاءِ نَسَارِهَا. النُّقَارَاتُ
الشَّمْسِيَّةُ الْمُسْتَعْلِقَةُ تُنْفِذُ كُلَّ طَرَفِ الضَّوءِ
الْمُسْتَقْبَلِ رَاسِيًا، وَهِيَ بِأَمْتِصَابِهَا
الضَّوءَ الْمُسْتَقْبَلُ أَكْثَرُ مُسَاعِدَةٍ فِي
تَحْقِيقِ الْهَرَمِ.

لِزَيْدٍ مِنَ الْعُلُومَاتِ الْخَطَرِ

الضُّوءُ مِنْ ١٧٨
الْكَثِيفُ الْكَبِيرُ مَعْتَمِدٌ مِنْ ١٩٢
الْإِنْكَسَارُ مِنْ ١٩٤
الْإِنْكَسَارُ مِنْ ١٩٦

الظلال

تَكُونُ الظَّلَالُ لَأَنَّ أَيْعَةُ الضَّوِّ تُسْرِي فِي حُطُوطٍ مُسْتَقِيمَةٍ فَلَا تَلْتَفُ حَوْلَ
الْأَجْسَامِ اللَّاشَقَاقَةِ الَّتِي تَعْرِضُ مَسَارَهَا. وَتَعْتَمِدُ جِدَّةُ مَعَالِمِ الظِّلِّ عَلَى
الْمَصْدَرِ الضَّوِيِّ؛ فَالْمَصْدَرُ النَّقْطِيُّ يُبْقِي ظِلًّا لَا مُحَدَّدَةً الْمَعَالِمِ، أَمَّا
الْمَصْدَرُ الْمُمْتَدُّ (الِلَانْقِطِي) فَيُبْقِي ظِلًّا لَا غَيْرَ وَاضِحَةً الْمَعَالِمِ، وَالشَّمْسُ
يُحْكَمُ بِعِيدِهَا الْفَاصِي تَبْدُو كَمَصْدَرٍ نَقْطِيٍّ تَقْرِيبًا؛ وَالظَّلَالُ الَّتِي تَلْقِيهَا هِيَ
ظِلَالٌ مُحَدَّدَةٌ الْمَعَالِمِ. أَمَّا الْمَصْدَرُ الضَّوِيُّ الْأَكْثَرُ آمِدَادًا كَأَنْبُوبِ إِنْارَةٍ
فَلَوْرِيٍّ فَيُبْقِي ظِلًّا لَا أَقْلَ وَضُوحًا. وَلَعَلَّ أَكْثَرَ مَشَاهِدِ الظَّلَالِ رُوعَةً هُوَ
كُسُوفُ الشَّمْسِ أَوْ خُسُوفُ الْقَمَرِ.



المزولة الشمسية

يَمُرُّ الظِّلُّ الَّذِي لَدَى الْبُرُوجِ الشَّمْسِيَّةِ بِمَا
لِحَرَكَةِ الشَّمْسِ الظَّاهِرَةِ عَنِ الشَّمْسِ، وَيُشَاهِدُ
هَذَا الْحَرَكَةُ فِي تَحْدِيدِ الْوَقْتِ. وَهَذَا الْمُسْتَلْزَمُ
أَوَّلَى التَّوَالِي الشَّمْسِيَّةِ فِي الضَّمَنِ مِنْ أَقْصَرِ
٤٠٠٠ سَنَةٍ، وَكَانَتْ تَأْتِي مِنْ عَصَا رَاسِيٍّ بَسِيطٍ

الظلال

الشَّمْسُ لَا تُبْقِي ظِلًّا لَا حِينَ تَكُونُ فِي سَبْتِ الرَّأْسِ عِنْدَ الظُّهْرِ، لَكِنْ عِنْدَمَا تَعْدُو
الْحُلُقُ - تَسْطُلُ الظَّلَالُ حَتَّى يَصِيبَ أَجْسَادَ الْبُحَارِ الَّتِي تُسَبِّحُهَا. هَذَاكَ قِسْآنَ لِلظِّلِّ
الَّذِي لَدَى الشَّمْسِ - هَذَا شَوِيدَةُ الظِّلِّ وَبَيْتَةُ الظِّلِّ. شَوِيدَةُ الظِّلِّ هِيَ الْمَنْطَلَقَةُ الَّتِي
تُخْطُ فِيهَا الْجِسْمُ جَمْعَ أَشْعَةِ الشَّمْسِ، أَمَّا بَيْتُ الظِّلِّ فَمِنَ الْمَنْطَلَقَةِ الَّتِي يُخْجَبُ فِيهَا
الْجِسْمُ الضَّوِّ الْأَتِي عَنْ بَعْضِ أَقْسَامِ الشَّمْسِ وَبِئْسَ مِنْ أَقْسَامِهَا الْأُخْرَى.



الكسوف

فِي آثَاءِ الْكُسُوفِ، يَمُرُّ الْقَمَرُ فَوْقَ هِيَ الْمَسَاقَةِ بَيْنَ الشَّمْسِ
وَالْأَرْضِ فَيُبْقِي ظِلًّا ضَخْمًا عَلَى خِزْمٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ. فِي
مِثَالِي بَيْتِ الظِّلِّ يَكُونُ الْكُسُوفُ خِلَافًا أَمَّا فِي شَوِيدَةِ
الظِّلِّ، فَيَقَعُ الْهَارُ، كَأَنَّهُ لَيْلٌ، وَبُحْبُوحَاتُ
لَا حِسَابَ الشَّمْسِ تَمَامًا.



الكسوف

أَحْيَانًا تُرَى الْأَرْضُ بَيْنَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ (فِي
لَيْلَةِ تَبَادُلِهِ) فَتُحِبُّ بِظِلِّهَا، وَتَعْرِفُ مَا
بِالْكَسُوفِ. فِي مَرْكَزِ الْكُسُوفِ يُتَحَبَّبُ
الْقَمَرُ عَنِ الْبُرُوجِ فَتَرَى لَيْلًا عَلَى سَاعَةٍ، وَفِي
آثَاءِ الْكُسُوفِ يُجِبُّ تَشَاهِدَ ظِلِّ الْأَرْضِ
بِتَحَرُّكِهَا عَلَى سَطْحِ الْقَمَرِ.

الكسوف والخروافات

قَدِيمًا، وَقِيلَ الْاِكْشِفَاتِ
الْعِلْمِيَّةِ الْخَسِيَّةِ، كَانَ الْكُسُوفُ
خَدْعًا مُخْتَلَعًا - مَوْزُونًا
الْحَضَارَاتِ الْقَدِيمَةِ كَأَنَّ
تَحْرُلًا هَانِلًا يُسْبِغُ الشَّمْسَ
لَكِنْ مَعَ تَقَدُّمِ الْعِلْمِ، وَحِفْظِ
الشَّجَاعَاتِ الْفِكْرِيَّةِ، تَوَضَّحَ أَنَّ
الْكَسُوفَ أَوْ الْخُسُوفَ هُمَا
تَحْدَثَانِ تَنْظِيمًا بِحَيْثُ يُمَكِّنُ الشَّمْسُ
بَرَمِنْ تَحْدُوثِهِمَا.



هالة الشمس

فِي الْكُسُوفِ
الْكُلِّيِّ لَا يُرَى مِنَ
الشَّمْسِ إِلَّا هَالَةٌ اِكْتِلَابِيَّةٌ
خِزْلَ قُرَيْشِهَا. وَتَشْهَدُ الْعَلَامَةُ لِحُصَّةِ هَذَا
الْعَدَدِ لِمَدَارِهَا بِطَاقِ الْغَايَةِ فِي هَذِهِ الْهَالَةِ
كَهَيْلِ لَوْنِ الشُّوْطِ (الْمُتَوَالِيَةِ)، الَّتِي لَا تُرَى
عَادَةً، بِإِثْنِ تَوَرُّ الشَّمْسِ الْعَامِرِ - تَشَاهِدًا عَدَدَ
الْكَسُوفِ مُنْذُ بَرَقَ سَطْحُ الشَّمْسِ.

لِمَزِيدٍ مِنَ الْعُلُومَاتِ انظُرْ
الْقَمَرُ ص ١٩٠
الضَّوُّ وَالْعَادَةُ ص ٢٠٠
الشَّمْسُ ص ٢٨٤
الْقَمَرُ ص ٢٨٨
عِلْمُ الْفَلَكِ ص ٢٩٦

الألوان

تَحِيلُ عَالَمًا كُلُّ شَيْءٍ فِيهِ يَلَوْنُ صَوْنُ النَّهَارِ - أَيْضُ . إِنَّ الْحَيَاةَ فِيهِ سَتَكُونُ رَتِيَةً مُؤَلَّةً وَلَا شَكَّ .
فَمِنْ حُسْنِ الْحِطِّ أَنَّ عَالَمَنَا مُشْرِقٌ نَاصِرٌ بِالْأَلْوَانِ الْبَهِيَّةِ الْمُتَنَوِّعَةِ . وَتَسْتَطِيعُ عِيُونُنَا ، بِتَرْكِيبِهَا
الرَّائِعِ ، تَمَيِّزَ الْأَطْوَالِ الْمَوْجِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ لِلضَّوئِ الْمَنْظُورِ كَالْوَانِ مُخْتَلِفَةٍ . فَكُلُّ طَوِيلٍ (أَوْ جَمِيعَةٍ
أَطْوَالٍ) مَوْجِيَّةٍ ضَوْئِيَّةٍ هُوَ (أَوْ هِيَ) لَوْنٌ مُعَيَّنٌ . وَأَطْوَلُ هَذِهِ الْأَطْوَالِ الْمَوْجِيَّةِ الرَّئِيَّةِ هُوَ
الضَّوْءُ الْأَحْمَرُ ، وَأَقْصَرُهَا هُمَا الْأَزْرَقُ وَالْبَيْضُ . فَإِذَا مُرِجَتْ كَمِيَّاتٌ مُتَسَاوِيَةٌ مِنْ
جَمِيعِ أَطْوَالِ الضَّوْءِ الْمَوْجِيَّةِ مَعًا ، تَكُونُ النَّتِيجَةُ ضَوْءًا أَيْضُ . يَعْتَقِدُ الْعُلَمَاءُ أَنَّ الْكَثِيرَ
مِنَ الْحَيَوَانَاتِ لَا يَسْتَطِيعُ تَمَيِّزَ الْأَطْوَالِ الْمَوْجِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ ، فَهِيَ تَعِيشُ فِي عَالَمٍ لَا
تَعْرِفُ اللَّوْنُ فِيهِ .

ضوء الشمس مزيج من جميع الأطوال
الموجية من الأمواج الأطوال للضوء
الأحمر حتى القصير للضوء البنفسجي.

الضوء الأبيض مزيج
أطوال موجية من
مختلف أجزاء
الطيف.

اللون قوس الفرح

يَسْكُنُ رُؤْيَا الْأَلْوَانِ الْمُخْتَلِفَةِ الَّتِي تُؤَلَّفُ الضَّوْءُ
الْأَبْيَضُ عِنْدَمَا يَفْلُقُ مَوْجُودَ حَرْمَةٍ مِنَ الضَّوْءِ ، كَأَسْرًا
الْأَطْوَالِ الْمَوْجِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ بِتَفَادِيرٍ مُتَفَاوِتَةٍ ، يَفْرُقُهَا
إِلَى طَبَقٍ سَتَسْتَطِيعُ رُؤْيَا . الضَّوْءُ الْأَحْمَرُ ، الْأَكْثَرُ
طَوِيلًا مَوْجِيًّا ، هُوَ الْأَوَّلُ أَنْكَسَارًا ، وَاللَّوْنُ الْبَيْضُ
الْأَقْصَرُ طَوِيلًا مَوْجِيًّا ، هُوَ الْأَكْثَرُ أَنْكَسَارًا .

المشرد يفلق
الضوء الأبيض ويفرقه
إلى شعاعاته اللونية.

يَتَنَقَّلُ قَسْبُ مِنَ الْفَلَاكِ
الضَّوْءُ أَوَّلًا ضَعْفَ الطَّرَفِ
الْأَحْمَرِ مِنَ الطَّيْفِ الْمَنْظُورِ فَقَطْ .

اللون الداخلي

الْأَلْوَانُ الرَّاهِيَّةُ الَّتِي تَشَاهِدُهَا أَحْيَانًا
عَلَى قِطَاعِ الصَّابُونِ سَهْلًا لِدَاخِلِ
الضَّوْءِ ، فَالْبَيْضُ الضَّوْءُ الْأَبْيَضُ
الْمُتَعَمِّدُ عَلَى الْخِشَاءِ الدَّاخِلِيِّ لِقَاعِ
الصَّابُونِ تَسْرِي لِنَقْدِ بَلْبِلٍ مِنَ الْأَلْوَانِ
الْمُسَكَّنَةِ عَلَى الْخِشَاءِ الْخَارِجِيِّ . وَتَشَاهِدُ
الْأَمَوَاجُ فِي كُلِّ شُعَاعٍ مَعَهَا مَعَ بَعْضٍ حَيْثُ لَقِيتُ
شُعَاعِي بَعْضَ الْأَلْوَانِ وَاجْتَمَعَا الْأَحْمَرُ ، فِيمَا تَلَفُظُ أُخْرَى
يَتَكُونُ لَقْعًا لَوْنِيًّا عَلَى سَطْحِ الْقَاعَةِ .

يحوي الضوء الأبيض كلَّ اللون
الطيف.

مع زيادة إحصاء القوس يتحول
لون حيزه الأسفل إلى الأصفر.

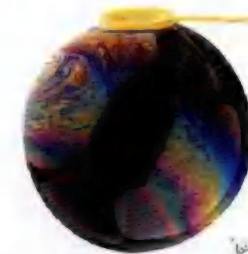
مع المزيد من الإحصاء، القوس الآن يلتصق
معظم اللون الطيف المنظور التي تتركز
معا لتعطي صورة أبيض.

درجة الحرارة اللونية

تَتَكَبَّرُ جَمِيعُ الْأَجْسَادِ أَوَّلًا تَقَرُّ بِمَقْطَبِيَّةٍ هِيَ
فِي الْعَالَمِ حَرٌّ مَنظُورٌ ، لَكِنْ جِدَّةُ إِحْدَاءِ الْجِسْمِ
تَكْتَبِرُ هَذِهِ الْأَمَوَاجُ طَاقَةً أَكْثَرُ - فَيَزِدُّ تَرَفُّدُهَا
وَتَقْصُرُ أَمْرَانِهَا لَدَرَجَاتٍ حَتَّى تَلْعُ الْخَدِّ الْمَنْظُورِ .
عِنْدَ إِحْدَاءِ قَسْبٍ مِنَ الْفَلَاكِ ، كَمَا أَعْلَاهُ ،
يَتَوَقَّعُ أَوَّلًا يَلَوْنُ أَحْمَرَ كَامِدٍ ، وَمَعَ زِيَادَةِ الْإِحْدَاءِ
يَتَحَوَّلُ إِلَى اللَّوْنِ الْأَصْفَرِ ، وَعَلَى دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ
الْأَشَدِّ ، يَتَمَتَّعُ الْقَسْبُ بِمُعْظَمِ الْوَانِ الطَّيِّبِ
الْمَنْظُورِ الَّتِي تَمْتَرُ مَتَا تَقْطَعِي حُسُوتًا أَيْضُ .

لمزيد من المعلومات انظر

الضوء ص ١٩٠
التقنيات الكهربائية ص ١٩٢
معايير الضوء ص ١٩٣
تأثيرات خاصة ص ٢٦٩



شبان
(الأزرق الداكن)
الأصفر المثلث
الأحمر والأخضر والأزرق
تُعرَّفُ بِالْأَلْوَانِ الْأَوَّلِيَّةِ -

وَيَمَكِّنُكَ بِمَزْجِ هَذِهِ الْأَلْوَانِ الضَّوئِيَّةِ
الْحَصُولَ عَلَى أَوَّلِ لَوْنٍ أُخَرٍ مُقَرَّبًا . فَإِذَا مَزِجَ الضَّوْءَ الْأَحْمَرُ
وَالْأَخْضَرُ وَالْأَزْرَقُ بِالنَّسَبِ الصَّحِيحَةِ يَتَكُونُ الضَّوْءُ الْأَبْيَضُ .
وَحَيْثُ يَدْرَأُ لَوْنًا أَوَّلِيًّا فَنُظْمًا يَتَجَنَّبُ تَوَلُّهُ تَالِيًّا ،
فَالْأَحْمَرُ وَالْأَزْرَقُ يَتَجَنَّبُ الْمَاجِثَةَ . وَالْأَحْمَرُ وَالْأَخْضَرُ
يَتَجَنَّبُ الْأَصْفَرُ . وَالْأَخْضَرُ وَالْأَزْرَقُ يَتَجَنَّبُ الشَّيْثَانَ .

يَسْكُنُ دَالِيَّ الضَّوْءِ
الْأَبْيَضُ بِمَزْجِ
الْأَحْمَرِ وَالْأَخْضَرِ
وَالْأَزْرَقِ فَقَطْ .

المرشح الناجسي (الأحمر المزدوج) يُفَلِّدُ
الضوء الأحمر والأزرق ويعمل الأخضر.

لترشح الأخضر يُفَلِّدُ هَلْطًا الْأَخْضَرَ فَقَطْ مِنْ
الطيف ويمسك الشائكان الأحمر والأزرق.

المرشحات

الْمُرَشِّحُ خُصِيصَةٌ لِدَاخِلِ تَمْتَعُ بِبَعْضِ الْأَلْوَانِ
وَتُهْلِكُ أُخْرَى . فَالْمُرَشِّحُ الْأَخْضَرُ ، مَثَلًا ،
يَمْتَسِّقُ خِزَايَ الطَّيْفِ الْأَحْمَرِ وَالْأَزْرَقِ وَيُهْلِكُ
الطَّاقَ الْأَخْضَرَ فَقَطْ . أَمَّا الْمُرَشِّحُ النَّاجِسِيُّ
(الْأَحْمَرُ الْمَزْدُوجُ) فَيَمْتَسِّقُ الضَّوْءَ الْأَخْضَرَ
وَيُهْلِكُ الْأَحْمَرَ وَالْأَزْرَقَ .

طَرَحُ الألوان

الأجسام غير المضيئة تكتسب ألوانها بطريقة طَرَحُ الألوان. فهي تَطْرَحُ الضوء من بعض أجزاء الطيف المنظور دونَ الأجزاء الأخرى. فَوَرَقَةُ النَّبَاتِ الخضراء، مثلاً، تبدو خضراءَ لأنها تَمْتَصُّ كُلَّ ألوانِ ضوءِ الشَّمْسِ تقريباً ما عدا اللونَ الأخضرَ الذي تعكسه. الخُضْبُ والأَصْبَاغُ هي موادُّ طبيعيَّةٌ أو اصطناعيَّةٌ تُضافُ إلى الدهانات والخُيُوطِ (ج. جبر) لِتُكْسِبَها ألوانها. فالخُضْبُ الأحمرُ يَمْتَصُّ الأخضرَ والأزرقَ ويعكسُ الضوءَ الأحمرَ فقط. والخُضْبُ الأزرقُ يَمْتَصُّ الأحمرَ والأخضرَ ويعكسُ الضوءَ الأزرقَ. فَيُتِمِّصُها الألوانُ، تُضَيِّفُ هذه الموادُّ بِالْفِعْلِ لَوْنًا للعالم الذي نعيشُ فيه!



حزما

الاصطباغ الطبيعي

بحري جلدُ الحبار، حلايا صبغة تتغيرُ حجمًا وشكلًا ليأكلفُ الحيوانُ مع ألوانِ الخلفية التي تحيطُ به. وبهذه الوسيلة، فإنَّ الحبار، كحُكْمَةِ النمرِّ حين يهبطُها الخيطُ. وقد طُوِّرت أسماكُ الصَّيْدِجِ «لما تقاوم» عباداً أساطير من القُرْبِياتِ اللوئية لتُنتِجَ غَرَجَاجَها.



مليجيتا (أحمر قرزق)



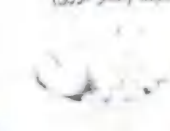
أصفر

تُنتِجُ لَوْنُ الصورة ولحدا فوق
الأخر للشعور على المشورة
مثال للوالها.



يتشكّل الأصفر الضوء
الأزرق، ويعكسُ مزيجاً
من الأحمر والأخضر.
الأخضر، ويعكسُ
مزيجاً من الأحمر
والأزرق.

يتشكّل البنفسج الضوء
الأخضر، ويعكسُ مزيجاً
من الأزرق والأخضر.



بيجيتا (أبيض قرزق)



سيت (أزرق مائل)

يُعالِجُ اللونُ الأسودَ مُفَصَّلاً
كَي يَظهرَ الفلّ والحُطوطُ
الكثافة واضحة المعالم.

الطباغة الرباعية الألوان

تُنتِجُ جميعُ الصُّوَرِ الفوتوغرافية والرُّسُومِ الإيضاحيةُ المُلوَّنة من أربعةِ خُيُوطٍ مُلوَّنة فقط، هي: المَاجِثَا والسَّيَّان والأصفرُ والأسودُ. إنَّ مَرَجَ هذه الألوانِ يَنتِجُ مُختلِفَ نَتِجَ جميعِ الألوانِ المُختلِفةِ التي نَركبُها. فعندما يُخَطَّرُ كِتَابٌ أو مُجَلَّةٌ للطباعة، تُنْتِجُ الصُّوَرُ المُلوَّنة لَوْنُ الألوانِ الأربعةِ هذه فوتوغرافيًا. وتُستخدَمُ الأفلامُ مُستقلةً لتحفيزِ صَفيحةٍ طباعيةٍ لِكُلِّ لَوْنٍ.



مَرَجُ الدهانات

مَرَجُ الألوانِ في الدهانات يَنتِجُ بِالْفَرَحِ اللَوْنِ. فَيُخَيَّرُ المَاجِثَا والسَّيَّان والأصفرُ يَنتِجُ كُلَّ واجِبٍ منها لَوْنًا لَوْنًا واحدًا فقط من الضوء الأبيض. فَمَرَجُ أيِّ لَوْنينِ من هذه الألوانِ الثلاثة يَنتِجُ عِندَما يَصبُغُ أَوَّلُهُمُ اللونَ. أمَّا مَرَجُ الألوانِ الثلاثة نَما فَيَنتِجُ اللونَ الأسودَ.



في الضوء
الزهر، يعكسُ
زُوجَ الأحذية
الضوءَ الأحمرَ فقط
ويَمتَصُّ جميعَ الألوانِ الأخرى.

في الضوء
الأزرق، يَمتَصُّ الخُضْبُ
الأخضرَ الضوءَ الأزرقَ،
فيبدو المَاجِثَا لَسودَ.

زُوجَ أحذيةٍ أحمر أو أسود؟

زُوجَ الأحذيةِ المَاجِثَايَ الأحمرَ، أعلاه، يبدو أحمرَ في ضوءِ النهار، أو عندما يُضَاءُ بالضوءِ الأحمرِ لأنه يَمتَصُّ الضوءَ الأزرقَ فقط، ويَنتِجُ جميعَ الألوانِ الأخرى. أمَّا عند إضاءته بالضوءِ الأزرقِ فإنه يبدو أسودَ، لأنَّ خُضْبَهُ الأحمرَ يَمتَصُّ كُلَّ الضوءِ الأزرقِ، وليسَ عن ضوءِ أحمرٍ يَنتِجُ.



شَجَرَةُ «مُتَصِلِ» اللَوْنِيَّةِ

إذا سبقَ لكَ وحاولتَ مُضاهاةَ لَوْنٍ بِدَقِّ نَاشِئٍ فَعَلَّكَ عَجزُ الطَّبعِ البَالِغَةِ في ذلك. فالعَينُ الشَّريفةُ حَاسَّةٌ بِشَكلٍ يَفرِّقُ الصُّوَرِ لِلوَاقِعِ اللَوْنِيَّةِ الطَّيِّفَةِ جِدًّا حتى لا يَستطِيعَ تَميزَ قُوَّةَ عَشْرَةِ مِلايينِ تَلَوْنِيَّةٍ مُشابهةٍ للونِ. إنَّ شَجَرَةَ مُتَصِلِ اللَوْنِيَّةِ هي نَظامٌ لِتَصنيفِ الألوانِ، بِحَسَبِ نَفاثَةِ النِّبَةِ (اللَوْنِ الأساسي) واللَوْنِيَّةِ (النَّشِيطِ اللَوْنِي) والجَلَاءِ (إشراقِ اللونِ أو قِوَّةِ) ثُمَّ يَوضَعُ كُلُّ لَوْنٍ في مَوقِعِهِ على الشَّجَرَةِ. فَنُشَيِّدُ النُّشَةَ من مَوقِعِها على مُحيطِ الشَّجَرَةِ، والنَّشِيطِ اللَوْنِي من يَعدُّه عن الجَدِّعِ، والجَلَاءِ من مَوقِعِها على الجَدِّعِ.

مزيد من المعلومات الطَّارِ

الأصباغ والشُّبُوب من ١٠٢
تَلَقُّبُ الكَهرمَانيَّينِ من ١٩٢
الإنمَاسِ من ١٩٩
الألوان من ٢٠٢

الإبصار



العدسات اللاصقة

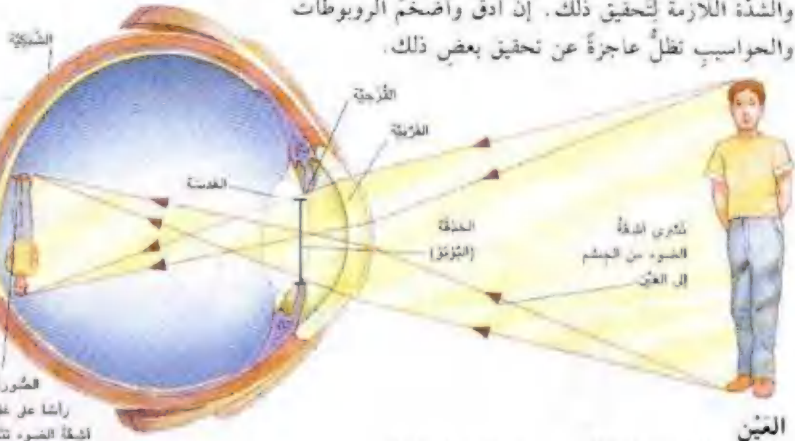
بدلاً من النظارات العادية، يضع الكثير من الناس عدسات لاصقة - هي عدسات رقيقة جداً تماس سطح القرنية، فتسمح بعبور الإضاءة كما النظارات التقليدية، دون أن تكون مادية للعين. وتوضع العدسات الحديثة من مادة لينة، تلامس القزوين تقريباً، تظفر على سطح العين.

لغرض العدسة المقعرة
أشعة الضوء لتتجمع
في البؤرة (نقطة البؤرة).



مد البصر والحسر

تعتبر عضلات العين تشكل العدسة تركيز الضوء على الشبكية. فقد قديماً البصر، لا تستطيع عضلات العين تحريك العدسة بما فيه الكفاية - فتتغير أبعاد الضوء خلف الشبكية. أما عند الحسر (نقص البصر)، فتضيق العين فجأة عن تحريك العدسة بما فيه الكفاية - فتتغير أبعاد الضوء أمام الشبكية، ويمكن تصحيح كلا الحالتين بالنظارات.



العين

العين البشرية أداة عابرة ثابتة بوسائل ومستقرة في مخبر عقلي. في مقدورها طبقة شفافة وأقية هي القرنية التي تسهم أيضاً في تركيز الضوء. الجزء المألوف الظاهر من العين، هو القرنية التي تصطب كمنصة الضوء البارد غير حادتها (البؤرة)، فتضيق في الضوء الساطع وتوسعها في الضوء الخافت. ينقل الضوء إلى العدسة فتتركز على الشبكية، التي تحوي طبقة من الخلايا الحساسة للضوء. هذه الخلايا ترسل، عن طريق العصب البصري، إشارات إلى المخ حيث تُؤرسل إلى معلومات نوافذ عالمنا المتطور.



ولقد الشطرنج - كما تراها العين البشرية

الخدع البصرية

كثير من المعلومات التي نستقبلها من ضوء الأشياء، ينقل على معرفتنا الشبكية بما يجب أن يكون. فعلاً نقدر المسافة بيننا وبين جسم ما لأننا نعرف حجمه الفعلي ونعرف كم سيبدو حجمه على بُعد معين. لكننا قد نكون مخدوعين! فالخدعة البصرية قد أضللتنا فيما يتعلق بالحجم النسبي للجسم، موضعه في غير موقعه المتوقع. فالتكران الشبكيان هما تدرجان متساويان التسم، لكن الحركة الخطية هي كدرة قلم والامامية هي كدرة يمول.



التكران يُفقد إحساسنا عن الأبعاد بخواص ٢,٧ متر

الإبصار المجسم

الإبصار يعني التنبؤ بالتنبؤات في تقدير مواقع الأجسام ومقدارها بدقة. فإنا نعرف إلى أين نذهب، ونحن واحدة أولاً ثم بالعين الأخرى نجد أن إصبعك قد تحرك من موقعه. وهذه الحركة تزداد أكثر فأكثر كلما قربت إصبعك إلى عينيك. والدماغ هو الذي يوضح منظور العينين البشري واليسرى في صورة واحدة متشعبة (تلاقي الأبعاد).



ولقد الشطرنج - كما تراها العين البشرية

في ضوء القمر تُسْتَظَارُ
النباتات فقط، فلا يستطیع
إثراء الألوان.

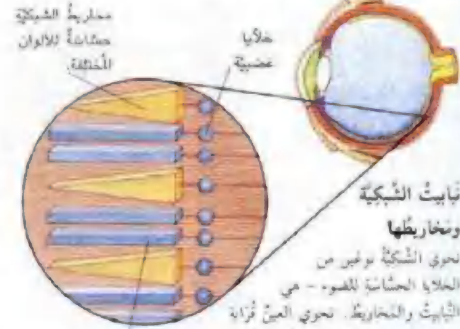


في ضوء الشمس الشاطئ تَعُدُّ
نباتات الشجيرة ومخاريطها
بكتل لثابتة، وتُفَرِّق
الفروق اللونية واضحة.

لَيْلاً وَنَهَاراً

تبدو لنا الفروق اللونية
واضحة في ضوء الشمس
الشامع لأن كلاً من
الشبكية ولبابيتها مُنَّسَّجَتَانِ بِالكامل،
فأما في ضوء القمر، فتُفَرِّقُ الشبكية فقط
وتبدو الفروق اللونية أقل وضوحاً بكثير.

تُحَوِّي الشبكية طبقة من الخلايا
الحساسة للضوء تُسَمَّى ثَيَابِيثُ
الشبكية ومخاريطها.



ثَيَابِيثُ الشبكية

وتُخَارِطُهَا

تُحَوِّي الشبكية نوعين من
الخلايا الحساسة للضوء - هي
الثَيَابِيثُ والمُخَارِطُ. تُحَوِّي العين قرابة
6,000,000 خلية من المخاريط و
120,000,000 من الثَيَابِيثُ. تستجيب
المخاريط بظهور الشامع وأحوال الضوء الساطع
الشديدة، فتُفَرِّقُ من إثراء الألوان. أما الثَيَابِيثُ
فحساسة للضوء الخافت، ولا تستجيب للألوان.

كَمْ لَوْ أَنَّ يُمْكِنَكَ رُؤْيَهُ؟

إذا كان يُصَارِّفُكَ للألوان سَوِيّاً، يُمْكِنُكَ رُؤْيُهُ سَلْسِلَةُ النُّقْطِ
الْمُخْضَرِّ، المُخْضَرِّ في هذه الشبكية من النُّقْطِ الْمُخْضَرِّ
وَالْمُخْضَرِّ، إن حَوَّاهُ واحداً من ١٥ من الذُّكُورِ لا
يُسْتَطِيعُ إِبْصَارَ هذا النُّقْطِ لَأَنَّهُ أَعْيَى الْأَحْمَرِ وَالْأَخْضَرِ.
وَالنَّاسُ ذُكُورٌ مِثْلَ هَذَا الْعَمَى لَا يَتَحَسَّنُونَ الْفَرْقَ بَيْنَ
الْأَحْمَرِ وَالْأَخْضَرِ - كَمَا يُفَرِّقُهُ ذُكُورُ الْإِبْصَارِ السَّوِيِّ. أَمَّا
نِسْبَةُ ذُكُورٍ هَذَا الْعَمَى مِنَ الْإِنْسَانِ فَتَسْتَلِيقُ - إِذْ لَا تَعْدُو
نِسْبَةً مِنْ بَيْدَلِ شَعْرَةٍ فِي تَبِيْنِ النُّقْطِ الْخَاطِرِ فِي هَذِهِ
الشَّبَكَةِ الْوَاحِدَةِ فِي الْأَلْفِ.

سِلْسِلَةٌ مِنَ النُّقْطِ الْمُخْضَرِّ

نُقْطَةٌ صَفْرَاءُ

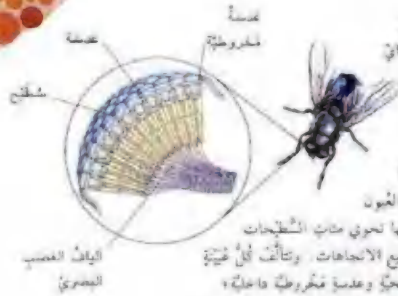
نُقْطَةٌ خَضْرَاءُ

خَطْمَةٌ دَلِيلَةٌ تَهْدِي
بِالضَّوْءِ فَوْقَ الْفَلَسْطِينِ.



الْفَرَايَ الْخَفِيرِي

عُيُونُ الْخَفِيرَاتِ حَسَّاسَةٌ بِقِسْمٍ مِنَ الْخَفِيرِ
الْكَهْرَبِيِّ عَمِ الْقِسْمِ الَّذِي لَرَأْيِ عَيْنِ
الْإِنْسَانِ. فَالْخَفِيرَاتُ تُبْصِرُ الضَّوْءَ فَوْقَ
النَّظَرِ الَّذِي لَا يَسْتَطِيعُ عَيْنُ الْإِنْسَانِ
رُؤْيَهُ. بَعْضُ الْأَنْهَارِ قَوَّزَتْ مَعَ الزَّمَنِ
خَفِيفًا تَرَى فَقَطْ فِي الضَّوْءِ فَوْقَ الْبَصَرِ،
وَهَذِهِ تُشَكِّلُ خَطْمَةً دَلِيلَةً لَوُجْدَةِ الشَّيْءِ نَحْوَ
الرَّحِيلِ وَالْفَلَّاحِ (لُحَارِ الْقَلْعِ).



الْعُيُونُ الْمُركَّبَةُ

لِأَنَّ الدَّاهِيَةَ بِالْمِثْلَةِ لَمَّا
يُصْبَرُ لَأَنَّ لَهَا مِثَالَ الْعُيُونِ
الْمُركَّبَةِ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِنْهَا تُحَوِّي مِثَالَ الشَّبَكَةِ
الْعَيْنِيَّةِ فِي مُوَاجَهَةِ جَمِيعِ الْأَنْجَاهَاتِ. وَتَتَأَثَّرُ كُلُّ عَيْنَةٍ
مِنْ عِلْمٍ خَارِجِيٍّ مُسْتَقِيمٍ وَعَدَمِهِ مُخْرُوطِيَّةٍ دَاخِلِيَّةٍ،
وَيَعْمَلُ هَذَا الْوَحْدَانِ عَلَى تَرْكِيبِ الضَّوْءِ وَتَوَاجِهِهِ نَحْوَ
النَّظَرِ الْبَصَرِيِّ وَالشَّمْعِ.

الْعَيْنُ الْبَسِيطَةُ

جِهَازُ الْبَصَرِ فِي الشَّجَاعَةِ يَكُونُ مِنْ صِفَتٍ مِنْ
الشَّيْءِ الْبَسِيطَةِ الْأَمِينَةِ بِالتَّكَامُلِ كَمَا تَكُونُ الْعَيْنُ
لِكَيْلِهَا حَسَّاسَةٌ لِلضَّوْءِ. هَذَا الْجِهَازُ يُسْتَطِيعُ
التَّخَاةَ أَكْثَرًا مِنْ حَرَكَاتِ الْخَفِيرَاتِ الْعَارِيَّةِ
فَقَلَّ مَصْرَاعُهَا بِشَرَعَةٍ حَتَّى رَوَى الْخَفِيرَ.



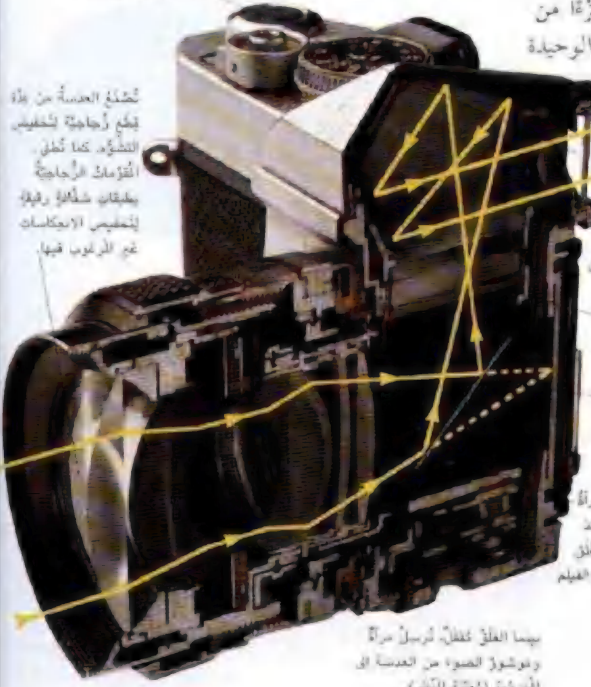
لِمَزِيدٍ مِنَ الْعُلُومَاتِ انْظُرْ

- الْعَيْنُ الْكَهْرَبِيَّةُ مِنْ ١٩٩
- الْعَيْنُ مِنْ ١٩٩
- الْأَلْوَانُ مِنْ ٢٠٢
- النَّظَرُ الْفَلَسْطِينِي مِنْ ٢٠٦
- الْخَفِيرَاتُ مِنْ ٢٥٨

التصوير الفوتوغرافي

التصويرة (معدنية المظهر)

تشعّاع العدسة من بلاء
يقع رُجاجة لتفليس
التشعير كما تُطلى
القوامات الرُجاجة
بطلاقات شفافة رقيقة
لتحطيس الانعكاسات
غير المرغوب فيها.



تُشكّل صُورُ الأخبارِ والرّحلات والدّعابات والأزياء المثيرة جُزءًا من حياتنا اليومية، حتى صارت شيئًا عاديًا مألوفًا. وكانت الطريقة الوحيدة لتسجيل المشاهد، حتى القرن التاسع عشر، هي رسمها بأقلام الفحم والجير والشمع أو تصويرها بالذهابات الملونة. وفي عام ١٨٢٧، اكتشف الطبيب الألماني، جوهان شولتز، أنّ ثيرات القِضبة يَقتُم لونها عند تعريضها للضوء. لكن لم يتمّ تحضير أول صورة فوتوغرافية إلا حين نجح الفرنسي، جوزيف نيس، في تسجيل أول صورة كيميائية. وقد ظهرت الصور الفوتوغرافية الأولى بظلال رمادية فضية خافتة، ولم تكن تُرى إلا من زوايا معينة فقط. لكن كسائر الاكتشافات العلمية الأخرى، ظلّ العمل جاريًا من قبل الكثيرين على تحسينها. وبالإمكان اليوم رسم صور فوتوغرافية إلكترونية على شُطُرانات حاسوبية باستخدام كاميرا الفيديو الساكنة. فحقّق «التصوير الضوئي» بذلك خطوات مهمة.

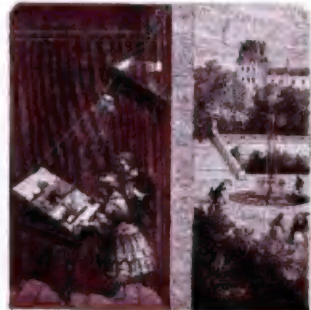
شاشة
المنظر من
الرُجاجة
المستقر
المظهر

ارتفاع المرآة
تتخلّلها حند
تفتّاح الفلتر
لتعريض الفيلم
للضوء

بينما الفلتر تُفكّل لمرسل حركة
وفوتو نور الضوء من العدسة إلى
التصويرة (معدنية المظهر)

الفترة السطّلية

حُشِنَت الكاميرات الأولى على نسق الفترة (التجربة) السطّلية. وكانت هذه تألفت من خزانة سطّلية تُعرض فيها صور المناظر الطبيعية المحيطة مُستفاد من خلال عدسة. ورُغم كونها وسيلةً شائعة في زمانها، فإنّها لم تكن بالإمكان تسجيل صورها.



الكاميرا

تُعمل جميع الكاميرات بتربك الكميّة السالمة من الضوء على فيلم فوتوغرافي يتكوّن الصورة. ويمكن تعيّن هذه الكميّة بتعديل الشدّة - وهي القُوى الذي تُرر الضوء من خلاله، وتعريض زمن التعريض - وهو المدة التي تبقى الفلتر خلالها مفتوحًا لتسليم الضوء. ويحوي الكثير من الكاميرات، كقوله الكاميرا الحديثة ذات العدسة العاكسة المُتّرفة، مقاييس كهرضوئية مُستة تُضبط التواقيع الصحيحة لزمن التعريض وقتحة الكاميرا أوتوماتيًّا.



الكاميرا ذات الثقب

أُبنِيت الكاميرات قديمًا مُلفّة ذات ثقب صغير، بدلًا من العدسة. يُمرّر الضوء باتجاه صاروخ في حيز الثقب، الصورة تكون عاليًا مُستفدة، ويتطلّب نقلها أدوات تعريض طويلة.

الصورة مُقلّبة
رأسًا على عقب

شكّل وحجم الأفلام

كانت الصور الفوتوغرافية الأولى تُستعمل على صلبات معدنيّة أو رُجاجة. أمّا الأفلام الحديثة اللدائنية الثرة فهي أكثر تنوعًا وأدقّ بقاءة وتُطبع بتقاسيات وشركات واسعة المدى للأغراض المختلفة. إنّ سرعة الفيلم هي مقياس لكميّة الضوء التي يجب أن تسقط عليه للتعريض الصحيح. فالأفلام السريعة يُلزمها زمن تعريض قصير، مما يَكفل عدم تشبّب الصورة مع اهتزاز الكاميرا. أمّا الأفلام الأعدا تُستعمل تفاصيل أكثر لأنّها بهذا التعريض تُكوّن خيالات فضية أدق.

يستخدم تصوير

الستروبوهاست صلبات
فيلمية كثيرة القطعة
لتسجيل صور
والضخمة الحجم جدًا.

الأفلام اللقطة يعرض
٣٥ ملم هي الأكثر
الأحجام القياسية شيوعًا.



صالح في تاريخ التصوير الفوتوغرافي

١٨٢٢ جوزيف نيس بلنك أول صورة فوتوغرافية

١٨٣٩ لويس داجير بلنك أول صورة فوتوغرافية للشخص

١٨٤١ وليام هيرشيل اخترع طريقة التصوير سلبية داخل الكاميرا، أطلق عليها صورة موجبة لاحقا

١٨٦١ جيمس كلارك ماكسويل بلنك أول صورة فوتوغرافية ملونة

١٨٨٨ جورج إسمان يوتش شرقية كوداك لتسوير الأفلام المتلفة القوية والكاميرات الضوئية المخصصة للتسوير

١٩٤٨ إدوين لاند ينفذ كاميرا البيرلارويد للصوير الفوري



معالجة الألوان

الأفلام الملوّنة تعمل بطريقة مشابهة لأفلام الأسود والأبيض، لكنّ لُغشي الفيلم الملون ثلاث طبقات، كل طبقة حسّاسة للون واحد من الضوء -الأزرق أو الأحمر أو الأخضر- عند معالجة الفيلم، تُضاف إلى طبقاته أصباغ الأسفر والمagenta والcyan، فتُنتج الصورة بكامل ألوانها



موجبة ملونة



لمزيد من المعلومات انظر

- الفيزياء الانبعاثية ص ٣٩
- الهولوجرامات ص ٤٦
- العدسات ص ١٩٧
- الألوان ص ٢٠٢
- الانكسار ص ٢٠٤
- حقائق ومعلومات ص ٤١٢

خجرة مظلمة

فيلم التصوير مطليّ بكيمائيات حسّاسة للضوء، لذا يجب تظهير الفيلم وتنمعه في خجرة مظلمة. تنطوي طريقة إنتاج صورة فوتوغرافية بالأبيض والأسود على مرحلتين - وفي كل مرحلة عدّة خطوات. بعد تطهير فيلم الضوّر المتطورة نحتلّ أولاً على صورة سلبية. ثمّ نحول هذه إلى صورة موجبة بطبعاها على ورق فوتوغرافي



التظهير

في الخجرة المظلمة نُخرّج الفيلم المُعرّض من مُلْكته ونلصق على بكرية. ثمّ يُغمّس في معطّلي بحوي كيمائيات تُظهِر الصورة. بعد ذلك يُطغى الفيلم بالماء ويُضاف إليه كيمائيات أخرى تُثبّت الصورة.



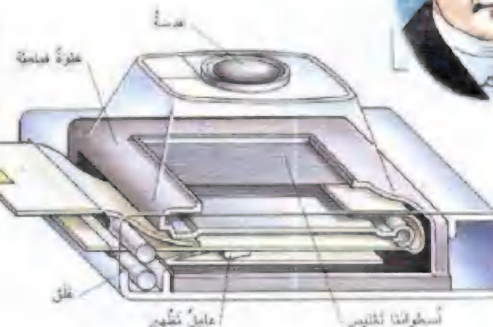
التكبير والقطع
يُكبّر طبع السليقة بعد تطهيرها بالماء. ونحطفيها. قُترُوع في جهاز التكبير، ثمّ نُسلط عليها نور ساطع، فنكوّن عدسة الجهاز لها صورة مكبّرة على ورقة حسّاسة للضوء. بعد ذلك تُظهِر الطبعة المُكبّرة ويجري تثبيتها بالطريقة نفسها كما الفيلم

الاجزاء القابلة من السليقة
تُمرّر ضوءاً أقلّ من
الاجزاء الأخرى لونها



موجبة ملونة وسليقة ملونة

هناك نوعان من الأفلام الملونة، موجبة وسالبة. فعندما يُعالج الفيلم الملون الموجب يُعيد إنتاج الألوان التي تعرّض لها، ويُعطي شريحة شفّافة موجبة بالألوان. أما عندما يُعالج الفيلم الملون السالب فإنّه يُنتج صورة سلبية تتحوّل إلى صورة موجبة بعد طبعاها على ورق فوتوغرافي



جوزيف نيس

خلّق جوزيف نيس (١٧٥٦-١٨٢٣) أول صورة فوتوغرافية حين ركّز المنظر، الذي نُظِلّ عليه نافذة، على صفحته من البورس مُطليّ بالفضة الحساس للضوء، وتركها تتصلّب لمدة لدائي ساعات، غير أنّ شريكه لويس داجير (١٧٨٧-١٨٥١) طوّر فيما بعد طريقة أكثر حسّاسية (نمط داجير) يتمّ في أقلّ من دقيقة تعريض



فيلم البيرلارويد

يُنتج فيلم البيرلارويد صوراً فورية. فعندما تُسحب الفيلم المُعرّض للضوء من علويته السليبية، تُضغط أسطوانتا التلميس كيمائيات على سطحه تُظهِر الصورة في جوالي دقيقة. ويحوّل الفيلم ذاته يُنتج طبقات شفّافة، منها ثلاث حسّاسة للضوء. وجلاّ التظهير تُنتج أصباغ cyan والمagenta والخضراء

السِّينِما

كانتْ بذعةً تسجيل الصور على أفلام خَدَتْ مُثِيرًا جَعَلَ النَّاسَ يَنْطَلِعُونَ بِتَوَقُّعٍ إِلَى تَقْصِي سُبُلٍ لِتَسْجِيلِ صُورٍ مُتَحَرِّكةٍ. وكان توماس أدسون أوَّل من حقَّق ذلك عام ١٨٩٣، في أفلام لا تَزِيدُ مُدَّتُهَا على ١٥ ثانية، ولا تَمَكِّنُ مُشَاهَدَتَهَا لِأَكْثَر من شخص واحد في وقت واحد، بواسطة مَكِينَةٍ تُدعى الكِينِتوسكُوب أي مِكشَف الحَرَكَة. وفي العام ١٨٩٥ تَمَكَّن الأخوان الفرنسيان أوغست ولويس لومير من عَرْض صورٍ متحرِّكة على سِتارة لِأوَّل مرَّة أمام نَقَّازة. وكانت الأفلام الأوَّلَى رَقَاقَةً صَائِنةً وبألوانٍ الأبيض والأسود. ولم تَظْهَرْ أفلامٌ هوليوود الناطقة إلَّا عام ١٩٢٧. وفي الثلاثينيات دخلت الأفلام المَلَوَّنة عالم السِّينِما. واليوم أصبح خَبِرَاء الصَّنَاعَة السينمائية، لا خَبِرَاء بارعين في عَرْضِ القِصَّة فقط، بل أيضًا خَبِرَاء في مُخْتَلَف مفاهيم عِلْم الصَّوْت والضَّوء المُتَعَلِّقَة بِصِنَاعَتِهِم.



آلة العَرْض السينمائي
يؤلِّد صورةً أبيضًا بَالِقَ الشَّمْسِ عندما يُشْرِي تَارَ تَهْرِيكِيٍّ عَنَرٍ لِمُزَوِّجَةٍ صَغِيرَةٍ مِنْ ضَمِيمَتَيْنِ مِنَ التَّكْرِيكِ. في آلة العَرْض السينمائي، أعلاه، يَرْتَالِ الحَسْبِيَّات، تَنجِجُ بِضَاعَ قَوْسِ التَّكْرِيكِ مَا يَكُونُ مِنَ الضَّوءِ لِإِسْطِاقِ صُورَةٍ ساطِعَةٍ على شاشَةٍ كَبِيرَةٍ.

يَمَكِّنُ الضَّوءُ عَنَرِ العَنَقِ لِنَقْلِ كَلِمٍ بِخَرُوفٍ بِوَسِيلَةِ الْفُوشَرِ بِمَحْوِ الصُّورَةِ بِخَيْتٍ بِسَامِعٍ الْمُسَوِّرَ لِشَاعِدَةِ الصُّورَةِ.

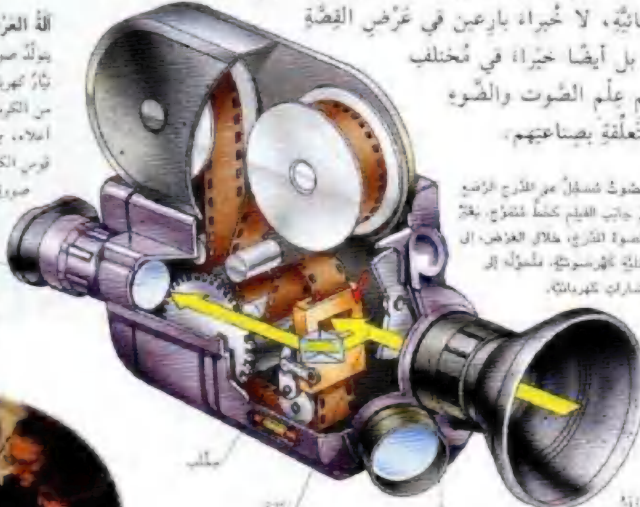


تحرير الأفلام

يُتَلَفَّظُ في تصوير الأفلام السينمائي أَمْرًا مُبَدَى من الدَّقَائِقِ أَكْثَرُ مَا يُسْتَخْدَمُ فِي السَّحْبَةِ الأَعْيَرَةِ السَّحْبَةِ الْعَرْضِ - كَمَا دُوَّ مُشَاهَدَةِ الفِيلمِ لَا تُتَلَفَّظُ مُتَسَلِّسَةً. وَهَنَمَةُ رَئِيسِ التَّحْرِيرِ أَنْ يَضَعِ الصُّورَ المُتَلَفَّظَةَ لِمَ يُوشِكُهَا مَعًا بِالتَّرْتِيبِ الصَّحِيحِ بِخَيْتٍ بِرَوِيِّ التَّيْلِمِ القَبِيضَةِ. وَيَهْطَرِي ذَلِكَ مُتَبَعًا على قَعْنِ الأَطْرَافِ المُتَحَارَّةِ مِنَ الفِيلمِ وَلَرَقَاقِهَا مَعًا.

لَمَزِيحٍ مِنَ الْعُلُومَاتِ مُنْطَرِجٍ

التَّهْرِيكِونَ ١٦٦
تَسْجِيلُ الصَّوْتِ ١٨٨
الضَّوءُ ص. ١٩٠
التَّصَوُّرُ الْفَرَوُغَرَفِيُّ ص. ٢٠٦



الصَّوْتُ شَسْلُومٌ عَنَرِ الْفَرَجِ الرُّضِيِّ فِي جَانِبِ الفِيلمِ كَمَا شَسْلُومٌ. يَحْتَرِجُ لِلصَّوْتِ الْفَرَجِ، خِلَالِ الْعَرْضِ، إِلَى خَلِيَّةٍ تَهْرَسُوتِيَّةٍ. تَسْمُوهُ إِلَى إِسْطَارَاتٍ كَلَامِيَّةَةٍ.

مِخْلَب
ذَكَاة

شَتْرُ الطَّوْرَةِ
بِتَحْرِيكِ
العَدَسَةِ نَحْوِ
الفِيلمِ أَوْ
بَعِيدًا عَنْهُ.

تَكُنَّ الْفَرَوُغَرَفِيُّونَ مِنَ الْهَيْسِ الْبَحْرِيَّةِ الشَّامِعَةِ فِي الْفَرَوُغَرَفِيِّ الثَّامِنِ عَشَرَ.



الرُّوْثَرُوبِ
(أَسْطَوَانَةُ
الْأَشْكَالِ
الْمُتَحَرِّكَةِ)
كَانَتْ مُنَمَّةً

الرُّوْثَرُوبِ تَعَالَتْ مِنْ أَشْطَرَاتٍ مُنَمَّةً بِدَائِجَتِهَا ضَمَّتْ مِنَ الشُّعُورِ، تَظْهَرُ قُلٌّ وَاحِدَةً مَعَهَا لِمُزَوِّجَةٍ مِنَ التَّانِيَةِ عَنَرِ خَلْبٍ مِنَ الْكُتُوبِ قَلَمًا دُوِّمَتْ الْأَسْطَوَانَةُ. دَوَّارًا دُوِّمَتْ الْأَسْطَوَانَةُ بِسَرْعَةٍ دَائِمَةٍ دَوَّارًا دَوَّارًا تَدَاخُلُ بَعْضُهَا مَعَ بَعْضٍ فَيَبْدُو كَأَنَّهَا تَحْرُكٌ.



الفِيلمُ السينمائي

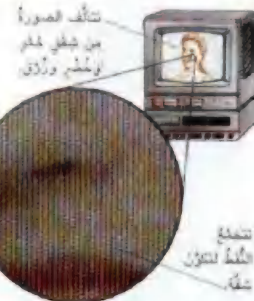
الفِيلمُ السينمائي هو في الحَقِيقَةِ سَلْسِلَةٌ مِنَ الصُّورِ الشَّامِعَةِ لِنَقَطَةٍ وَاحِدَةٍ تَتَوَّجُ الأُخْرَى بِسَرْعَةٍ. فَالْكَامِيرَا السِّينِمَائِيَّةُ الْحَبِيبَةُ تَلْتَفِّظُ ٢٤ إِطَارًا (صُورَةً) فِي الثَّانِيَةِ. وَعِنْدَ عَرْضِ هَذِهِ الصُّورِ مُتَابِعًا بِالتَّعَدُّلِ لِنَبْضِ عَلَى الشَّاشَةِ يُرَافِقُ الشَّاهِدُ مُتَحَرِّكَةً - إِذْ تَقْلُظُ الْعَيْنُ مُخْتَلِفَةً بِالصُّورَةِ حَتَّى يَحْدُ ثَرَوُوعًا.

الكاميرا السينمائية

في الكَامِيرَا السِّينِمَائِيَّةِ الشَّعَالَةُ، يَدَوِّرُ الْغُلْفُ - قَتَمًا وَغُلْفًا بِالتَّانِيَةِ ٢٤ مَرَّةً فِي الثَّانِيَةِ، عَارِفًا أَنَّهُ الفِيلمُ كُلُّ إِطَارٍ يَدَوِّرُهُ. فَعِنْدَمَا يَكُونُ الْغُلْفُ مُغْلَقًا، يُشَكِّلُ الْمِخْلَبُ بِالتَّغْرِيبِ فِي جَانِبِ الفِيلمِ وَيَسْحَبُ الْإِطَارَ التَّالِيَّ نَحْوَ التَّوَانَةِ لِيَتِمَّ تَعْرِيفُهُ. إِذْ حَرَكَةُ الْمِخْلَبِ وَالْقَبْلِ السَّحْبَةِ فِي الَّتِي تُسَبِّبُ الصَّحِيحَ الْأَرَارَ الَّذِي تَسْمَعُهُ كَلَمًا شَعَلَتْ كَالْكَامِيرَا السِّينِمَائِيَّةِ أَوْ آلَةُ الْعَرْضِ.

التَّلَفُّزِيُّونَ وَالْقِيدِيو

تَتَكَوَّنُ الْحَرَكَةُ عَلَى سِتَارَةِ التَّلَفُّزِيِّونَ أَوْ الْقِيدِيو بِطَرِيقَةٍ مُشَابِهَةٍ لِتَكُونُهَا عَلَى الفِيلمِ السِّينِمَائِيِّ. إِذْ مَعْقَلَمُ أَجْهَرَةٍ التَّلَفُّزِيِّونَ تَعْرِضُ صُورَةً كَامِلَةً ٢٥ مَرَّةً فِي الثَّانِيَةِ. وَإِذَا تَنَقَّضَتْ الصُّورَةُ عَلَى شَاشَةِ التَّلَفُّزِيِّونَ بَعْدَئِذٍ تُكْتَرَى لِمَكْنَتِكَ مُشَاهَدَةُ النُّقْطِ الْخَضْرَاءِ وَالْخَضْرَاءِ وَالْأَرْقَاءِ الَّتِي تَتَأَلَّفُ مِنْهَا.



تَتَأَلَّفُ الصُّورَةُ مِنْ شِفْرِ لِمَحْوِ وَرَقِيٍّ

تَتَأَلَّفُ الشَّمْسَةُ لِنَقَطَةٍ شَعَالَةٍ

الأرض

الأرض ثالث الكواكب المعروفة في المجموعة الشمسية من حيث البُعد عن الشمس، وخاصتها من حيث الحجم، والوحيد من حيث تواجد الحياة. تبدو الأرض للناظر من علّ ككتلة من البياض والبحر والهواء؛ كلها عرضة للتغير تبعاً لتحركات داخل الأرض والطاقة المتدفقة من الشمس. الدراسات الأرضية (الجيولوجية) مستمرة والعلماء يحققون باستمرار اكتشافات جديدة. وقد تفرّع علم الأرض (الجيولوجية) في القرن العشرين من وصف وإدارة الصخور إلى دراسة مختلف العلوم المتعلقة بتركيبها ومظهرها وتاريخها وتطورها فيما يُسمى «علوم الأرض». وتُنصّر في هذه العلوم بعض من الثقافات الحديثة والكيمياء والفيزياء والبيولوجية والعلوم التطبيقية المختلفة؛ وهي يجمعونها شُبه في زيادة معرفتنا عن الكوكب الذي نعيش فيه.

يُعلم دراسة بنية الصخور للتأكد من أحيائها قبل إرساء أساس المباني عليها، وقبل خطر الانقراض على الجبال التي تكوّنوها، وتعالج البيولوجية البيئية طبيعة تحركات الصخور وتغير أشكالها. يعتمد موقع المزرعة أو المدينة على جغرافية المنطقة وطبيعة الأرض فيها. وتُعالج علم شكل الأرض (الجيومورفولوجية) دراسة شكل الأرض وتقسيمها الطبيعي الناتجة عن نوعية الصخور وبنيتها.

يُعلم دراسة بنية الصخور للتأكد من أحيائها قبل إرساء أساس المباني عليها، وقبل خطر الانقراض على الجبال التي تكوّنوها، وتعالج البيولوجية البيئية طبيعة تحركات الصخور وتغير أشكالها. يعتمد موقع المزرعة أو المدينة على جغرافية المنطقة وطبيعة الأرض فيها. وتُعالج علم شكل الأرض (الجيومورفولوجية) دراسة شكل الأرض وتقسيمها الطبيعي الناتجة عن نوعية الصخور وبنيتها.



خارطة العالم هذه
مُؤرّخة ١٥٩٨، في
أنتويرب (بلجيكا).

الخرائط القديمة

في القرنين الخامس عشر والسادس عشر، أثبتت الاكتشافات فأقنع البحارة من أوروبا في اتجاهات مُختلفة لاكتشاف بلاد جديدة، أو لتوسيع إمبراطورياتهم التجارية، أو للإبحار حول الكرة الأرضية. وكان ما شاهدوه في رحلاتهم، وما جمّعوه من نماذج وغرائب، وما عاقدوا به من أخبار وروايات أساساً ليشكل المفاهيم القديمة عن الأرض.



بالترابطة المتعلقة للمعادن، تتكشف لنا كيمياء الأرض والمواد المتدفقة التي تُنتجها العمليات الجيولوجية. وهذه الدراسات تُعرف بالجيولوجيا أو علم المعادن.

تُكوّن المعادن المختلفة الأنواع صخوراً شديدة وتُستخدم صخوراً مختلفة في تشييد المباني ورمطهم الحرق، أو كمواكٍ لائقة في صناعة الكيماويات. وعلم الصخور هو واحد من علوم الأرض.

تُساعد تاليفات الشخاب من الحجارة الصخرية هائلة مماكٍ من الفولاذ المُستخرج من خامات الحديد، ويُستلج زجاج ترايفرما من الرُّمل، ويُستخدم النفط لتشغيل مكائن الساتين. الجيولوجية الاقتصادية تُستخدم المبادئ الجيولوجية لاكتشاف المواك ذات الجدوى العملية.

علم الأرض

علم الأرض يشمل دراسة البُرات والجزيئات في الكيمياء الجيولوجية كما دراسة المجرات في علم الكونيات. لقد تجمّع لدينا في هذه المجالات كم هائل من المعلومات عن الأرض، أشهرهم فيه الجغرافيون والجيولوجيون وعلماء المحيطات والمناخيون والملاكيون وغيرهم. ويضم العلماء المُختصون بدراسة هذه الحقائق الجديدة وإيجاد العلاقات السببية بينها ليكوّنوا صورة واضحة عن بنية الأرض وتطورها عبر العصور.



يُمكننا المقارنة بين جيولوجية كوكبنا وبين جيولوجية جاراته الأقرب، والمقارنة بين المراحل التاريخية التي مرّت بها، ومماثل هذه الترابطة هو علم الكواكب.

أفكار قديمة حول الأرض

كان بعض الهنوس، منذ حوالي ٦٥٠٠ سنة، يعتقدون أنّ الأرض مُحمولة فوق أربعة قُلو واقفة على ظهر كائنات عملاقة. إنَّ خرافات كهذه، عن كيفية نشأة الأرض، من جزء من التقاليد والأفكار العلمية القديمة في كُلِّ الحضارات. ومع تقدم العلم والثقافة، تقلّصت مُعاشرتنا عن الأرض وكيفية نشأتها. والأبحاث والتجارب الحاضرة والمستتمة تُقرّبنا أكثر فأكثر نحو فهم طبيعة كوكبنا وكُلِّ ما يحتويه.

تَكُونُ الْأَرْضُ

منذ حوالي ٥٠٠٠ مليون سنة، لم تكن الأرض سوى سحابة من الغاز والغبار تدور في الفضاء كجزء صغير من سحابة هائلة أكبر منها بكثير. ثم تكتلت معظم مواد تلك السحابة الضخمة وتراكمت في الوسط لتكوين الشمس. وبدأت حلقات من المواد، عبر باقي السحابة، تتجمع معاً لتكوين الكواكب؛ وكان كوكب الأرض أحدها. والأرض، ككل الكواكب، ذات بنية طبقية - موادها الأخف في الطبقات الخارجية والمواد الأثقل في اللب. وتستبان حركة تدوير السحابة الأصلية بجليتها من نمط تحريك الأرض حالياً.

النظريّة الثامية حول تكون الارض هي النظريّة المتغايبة.

النظام الشمسي بدأ
كأسطوانة متوهجة
من الغاز والغبار.

تجانبك جسمات الحديد
والنيكل الأثقل بعضها مع
بعض بفعل الجاذبية
لنكون اللب النظيف في
الكواكب. ونتيجة لتكثُر
الكواكب الضخمة المسمى
لها قوة جاذبية قوية.

المُسْتَمِدُّ الْإِخْفُ (كَالسُّلَيْكُ)،
مَثَلًا: الْمُدْبِثُ إِلَى خَارِجِ الْقُبِّ الثَّقِيلِ
لِلْكُرْبِ، لِمَا تَجْعَلِيهِ الْغَزَاثُ
الْخَلِيفَةُ جِدًّا لِنَكُونُ جَوْ الْكُوكِبِ

تتكون جبال جديدة
بفعل القارة تحت
سطح القشرة المحيطية.

القشرة المحيطية القشرة الصاعدة
غبر القارة كوكب التراكيب.

الفقرة القارئة
طفلة الأرض العارضة، التي تُشكل الكتل البائنة
تُسمى الفقرة القارئة. وتكون في معظمها من صخور
قديمة إضافة إلى مواد جديدة تكثت كتلاسل جبلية
خوف الحواف. ويُشاهد التاريخ المُعدَّل لكل قارة من
بُناها المُعجزة المُكسرة. تتألف الفقرة القارئة
بصورة رئيسية من السيلكا والألوثيرم (السيل).

الراكب عند الخلود المحيطة
تدفع الصهارة الصخرية إلى أعلى.

تتجعد المشاهدة الصخرية
مكونة طبقة صخرية كثيفة.

القُبْرَةُ المُحِيطِيَّةُ الأَقْدَمُ والأَخْسَرُ
هِيَ الأَتْبَعُ عَنِ الحَيَودِ المُحِيطِيَّةِ.

النظام الشمسي بدأ
كسحابة غدومية من
الغاز والغبار.

جُستيمات الحديد
والتيكل القليلة غاصت
نحو المركز؛ وظلت
الجُستيمات الأخرى في
الطبقات الخارجة.

يتكون الذراع القاروي المسطح، المنحني
سيف القاروة، يتخلع بغطاء من
الأسيايات التي لم تغطها الأسطوانات.

لَحْمِيكَ تَمْلَأُ الْقَارَةَ
بِالْإِنْفِلَاقِ يَنْظُرُ أَنْظَافُ
يُسَمَّى وَادِي الْخَسْفِ.

القِسْرُ الْمُحِيطَةُ

التنظير المنجاسة هي أولى النظريتين
حول كيفية تكوين الأرض.

بِفُللِ الْحَاضِرَةِ، تُحْضَرُ مُسْتِمَاتٌ مِنْ
جَمِيعِ الْأَحْجَامِ بِعَظْمَا مَعَ بَعْضٍ فِي
كُرَانٍ أَلَى فِي الْعَهْدَةِ إِلَى كَوَالِبِ.

نظريتان في تكوين الكواكب

لم يتوصل العلماء بعد إلى تصور موزون لكيفية تَصَلُّب سَخَابِ
مَلُومَةٍ مِنَ الْغَازِ وَالْغُبَارِ لِيَكُونِ الْأَرْضُ. فَهَذَا فِي هَذَا
الْثَّانِ نَظَرِيَّتَانِ: الْأُولَى، النَّظَرِيَّةُ الْمُخَالِفَةُ، وَهِيَ تَتَضَرَّضُ
أَنَّ الْمَوَادَّ الَّتِي عَوَّيَتْ الْأَرْضَ قَدْ تَكَثَّرَتْ مِمَّا نَأْتِ أَنْفَعَلَتْ
إِلَى طَبَقَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ، أَعْطَاهَا فِي الطَّبَقَةِ الْكُلِّيَّةِ. أَمَّا الثَّانِيَّةُ،
وَهِيَ النَّظَرِيَّةُ الْمُغَايِرَةُ، فَتَقْتَضِي أَنَّ اللَّبَّ الْأَوَّلَ مِنَ
الْمَوَادِّ الثَّقِيلَةِ، تَمَّ تَحْمُضُ الْمَوَادِّ الْأَخْفَى حَوْلَهُ.

فَتَكْتُمُوكَ فِي حَقِّ
هَذِهِ الْقِيَمَةِ تَتَبَّنِ
بِوَالِدِ أَنْفُسَالِهَا
عَنْ شَارَةِ أُخْرَى

السلطان المستعصم من
الفترة الفارسية
تكونت من شعوب
قديمة شجيرة
وشجرية أصبحت
مستعصمة بفعل الخشب.

القشرة المحيطية

طفة الأرض الخارجة في قاع
المحيطات تُسمى القشرة المحيطية،
وهي قائمة التكوين بفعل البراكين التي
تدفع الشهادة الصخرية إلى أعلى عند
الحدود المحيطية. وتُعرف القشرة الغليظة
مُتناهية سُمًّا في الأحاديث المحيطية.
تألفت القشرة المحيطية بصورة رئيسية
من البازلت والمغنيوم (السما).

في النصف الشمالي من الكرة الأرضية يكون الفصل
صيفاً حين يواجه القطب الشمالي الشمس مباشرة،
فيكون فيه ليلاً دائماً، وبالعكس الحال في
النصف الجنوبي حيث الفصل
شتاء والظلام
دائم.

في النصف الشمالي من الكرة الأرضية
يشرق القطب الشمالي والجنوبي الكثرة
نفسها من ضوء الشمس،
فتساوى الليل
والنهار فيها.



يقول الفصل شتاء في
النصف الشمالي من الكرة
الأرضية حين يلمح القطب الشمالي بعيداً
عن الشمس، فيكون فيه ليلاً دائماً، وبالعكس الحال في
القطب الجنوبي حيث الفصل صيف والنهار دائماً.

عند نصف الكرة الشمالي من
الكرة الأرضية تقابل ربيع
في النصف الجنوبي،
وبنفسه طول الليل فيها.

الأرض تدور وتدور

قد تراءى لك أن الأرض ساكنة، لكنها في الواقع تدور باستمرار حول محورها
(المتعاود مع خط الاستواء) مرة في اليوم. وهي في الوقت نفسه تدور حول
الشمس فتمتد الدورة الكاملة في سنة. تدوير الأرض حول محورها ينتج
تداعب الليل والنهار - فعندما يواجه جزء الأرض، الذي أنت فيه،
الشمس يكون نهاراً، وحين يهاجرها يتكون ليل.
كذلك فإن دوران الأرض حول الشمس ومائلة
المحور على تلك الترويح) ينتج تعاقب الفصول.

تدور الأرض حول محورها
الذي يمر بالمناطق الجغرافية
- الشمالي والجنوبي -
شدة الأرض دورية
تدور حول الشمس
في 365 يوماً.

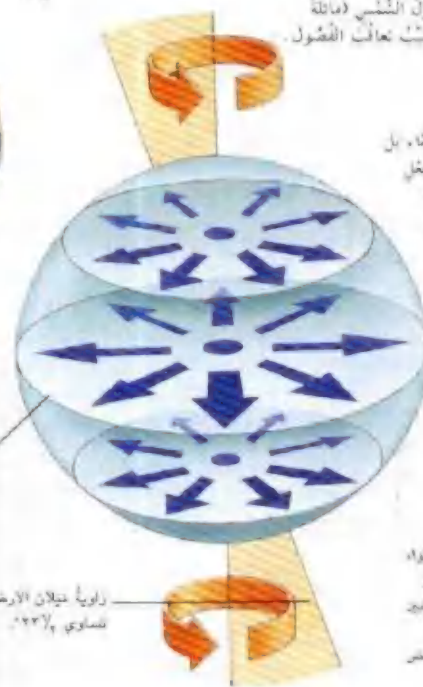
يقول الأرض لتصل مع
خط الاستواء - كما الحال في
نقطة الكواكب.



السنة الأطول!

إن تدوير الأرض حول محورها
يتبعاً قليلاً جداً جداً تدريجياً،
وذلك ينتج احتكاك المد والجزر
في جرمها الماء جنة ودعاً حول
سطحها، واحتكاك عدد أيام السنة
من خطوط شدة العرجان، يُلغز
الشمس أنه أقل ٢٠٠ مليون سنة كان
عند أيام السنة ٤٠٠ يوم. وسيت
ذلك أن تدوير الأرض كان أسرع
حينئذ مما يجعل الأيام أقصر.

يتم فتح أن بقاً ارتفاع
الأرض حول وسطها
عندما يتشابه تدويرها
بعد بضعة آلاف
مليون سنة.



الطقس المتغير

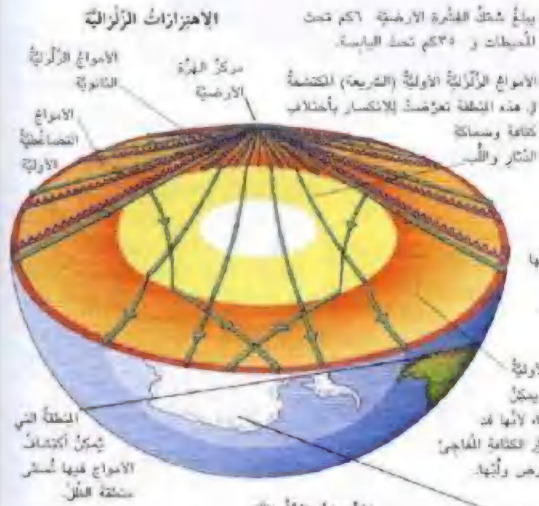
الأرض ليست ككرة التكوين المتكامل، بل
هي متغيرة قليلاً في الوسط، فتلعب
الدور بتمركز المناطق عند خط
الاستواء بدرجة أكثر من مناطق
القطبين، وكلما ازدادت سرعة
الدوران، ازداد القوة الدافعة
التي تدفع الهواء بعيداً من
تحت الدوران، ولهذا
حينئذ عندما تدور فضاء
حول نفسها فتشعر خدائاً
لقرعها تلم الخارج). أي
إن الأرض تدفع نحو الخارج
أكثر حول وسطها.

لمر الأرض الأقوى هذا خط الاستواء
ينزل في مركز الأرض، وهذا الفصل
لنكون من القطر العمودي بين القطبين
سواء ١٢ كم، وهي كمية قليلة
بشيء إذاً علينا أن نعلم قطر الأرض
الاستوائي تقارب ١٢٧٠٠ كم.

المزيد من المعلومات تظهر
الخطوطية ص ١٥٤
شدة الأرض ص ٢١٢
الضخوخ والمعادن ص ٢٢١
أشدة الكون ص ٢٧٥
الأرض ص ٢٨٧

بُنْيَةُ الأَرْضِ

كما قشرة النفاحة تولدت غلافًا رقيقًا خارجيًا، هكذا القشرة من سطح الأرض بالمقارنة مع الطبقات تحتها. إنَّ حجم الأرض الهائل يجعل طريقة الحفر عديمة الجدوى في الكشف عن حقيقة ما يتواجد في باطنها. لذا يلجأ العلماء إلى وسائل أخرى لتحقيق ذلك. فمعظم معلوماتنا عن باطن الأرض مُستمدّة من دراسة سلوك موجات الزلازل في مرورها عبر الأرض. وهكذا أستطاع علماء الجيولوجية على مدى السنين، تكوين صورة لأرض متعدّدة الطبقات ذات مركز مُعيّني جامد مُحاط بمواد أخف وزناً. وبترأيّد معلوماتنا عن بُنية الأرض، يزداد إدراكنا للطريقة التي تعمل بها.



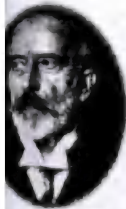
الأمواج الزلزالية

الأمواج الزلزالية هي الاهتزازات التي تسببها الهزات الأرضية، فتسري عبر باطن الأرض. ويمكن تسجيلها بالأجهزة الحساسة. هناك نوعان من هذه الأمواج: الأمواج الأولية السريعة الحركة والأمواج الثانوية البطيئة. إنَّ فارق التوقيت بين نوعي الأمواج هذين، يؤمّر لعلماء الجيولوجية معلومات قيمة حول نمطي الزلازل، كذلك فإنَّ انكسار هذه الأمواج عبر المواد المختلفة يكشف نوعيّة التغيرات في باطن الأرض.

الأمواج الثانوية لا تستطيع لعبور اللب السائل، فحسب. في هذه المنطقة، بينما تعبر الأمواج الأولية.

الموهو

يُعرّف الحدّ الفاصل بين قشرة الأرض والذات بالانقطاع الموهو أو الموهو - نسبة إلى الجيولوجي اليوغوسلافي أندريا موهوروڤتشيك (١٨٥٧-١٩٣٦) الذي اكتشف عام ١٩١٠. فُرض موهو في براغ (تشيكوسلوفاكيا) ودرُس في زغرب يوغوسلافيا. وقد لاحظ أنَّ أمواج الزلازل تتغيّر عند مرورها عبر الطبقتين.



طبقات الأرض

الذات والغلاف جامد يحوي طبقة بخورة شائلي الغلاف الصخري وهو يختلف عن الذات الشلي بانواع المعادن التي يحتويها.

طبقة الأرض الخارجية تتألف من القشرة وتضم من الذات الغلاف الصخري وهذا يشكلان معا الغلاف الصخري



طبقة فوق طبقة

تتألف الأرض من ثلاث طبقات رئيسية هي القشرة والذات واللب، فالقشرة أو الطبقة الخارجية، رقيقة شليّة تتألف في معظمها من الصخور. والحرارة من باطن الأرض تسبب انصهار بعض الضخم في الذات - في حين ينشأ الصخر جامد في طبقاته الشلي بفعل الضغط الداخلي الأعظم. أما مركز الأرض، أو اللب، فيتألف من طبقة خارجية سائلة تلت طبقة داخلية معدنية جامدة.

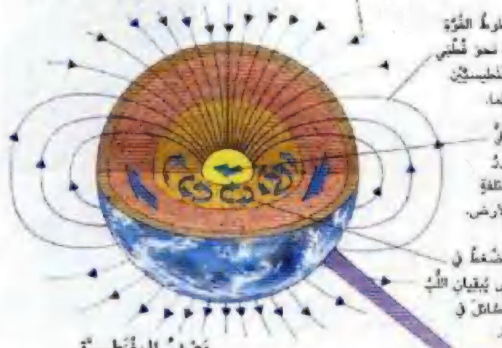


إنَّ ففارة تنق اعقب بئر في العالم بالسلك النسيجي ليمتدات الأرض. تعمل فكرة عن شكل كل طبقة.

البئر الأعظم

في عام ١٩٩٠، حُفرت أعقب بئر في شبه جزيرة غولا فيما كان يُدعى الاتحاد السوفييتي، وقد بلغ عمقها ١٢٠٠ متر وكان مُقرّرًا لها أن تبلغ ١٥٠٠ متر. لكن للوصول إلى قعر البئر، غرقت الأرض، فكانت بئر ٦٣٥٥ متر.

مغناطيسية الأرض



مصدر المغناطيسية

تعتقد العلماء أن مصدر مغناطيسية الأرض هو الطريقة التي يتحرك بها قسما اللب الداخلي والخارجي. فاللب الداخلي الحامي يدور بسرعة مختلفة عن بقية الأرض، فيتولد المجال المغناطيسي بالفرق بينهما التي تعمل على إدارة تيارات كهربائية. ويُعتقد أن تيارات الحمل الحراري في اللب السائل تؤثر أيضا في المغناطيسية.

اللب المغناطيسي هو منطقة تجذب المجال المغناطيسي بعيدا بالمجال المغناطيسي.



وليم جيلبرت

كان طبيب الملكة إليزابيث الأولى، وليم جيلبرت (١٥٤٤-١٦٠٣)، أول من أقام الدليل على أن الأرض تعمل كيمغناطيس ضخم. واستخدم جيلبرت في ذلك إيزابوحدات المغناطيسية الألفية والعمودية الجذور، التي تتحرك جانبا وعموديا لتحديد المغناطيسية في نقطة ما على سطح الأرض، وفقطي الأرض المغناطيسية أو الجغرافية.

مغزور دوران يتعطل بخط عمودي يكو عزز المركز.



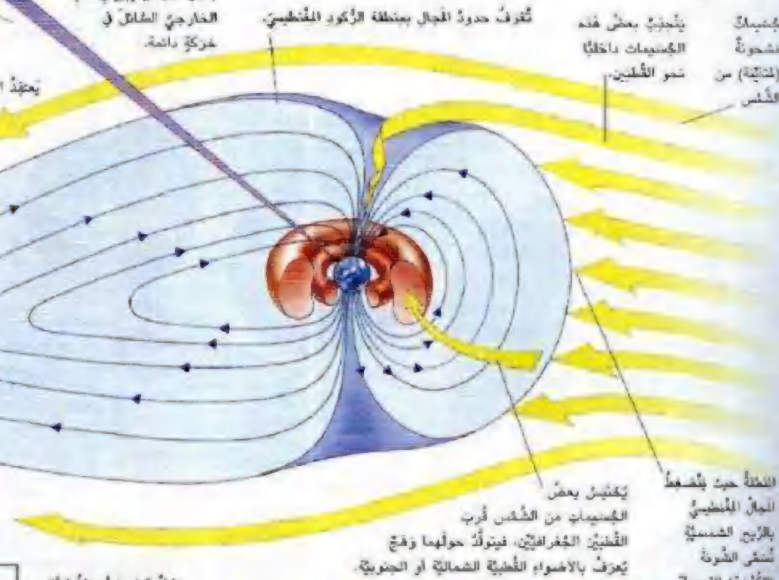
لزيد من المعلومات انظر

- المغناطيسية من ١٥٤
- تكون الأرض من ٢١٠
- القارات المتحركة من ٢١٤
- المختر والمعادن من ٢٢١
- الضخوخ بيجلات جيولوجية من ٢٢٦

مجال الأرض المغناطيسي

تعمل الأرض كمغناطيس ضخم. والمغناطيس كما نعلم (أنظر ص ١٥٤-١٥٥) يجذب مواد معدنية (كالحديد) إذا تواجدت في نطاق حوله يُعرف بالمجال المغناطيسي. ولكل مغناطيس قطبان تميل المواد المغناطيسية إلى التجمع حولهما. فطبقة الأرض المغناطيسية يقعان قرب القطبين الجغرافيين الشمالي والجنوبي. ويُعرف مجالهما حول الأرض بالغلاف المغناطيسي - وهو غلاف متشعشع يمتد بعيدا في الفضاء. وبقي الحياة على كوكبنا من إشعاعات الشمس المؤذية. ويحمي الغلاف المغناطيسي للأرض شكل قطرة تمنع قيعال التيار المستمر من الجسيمات المشحونة الصادرة من الشمس، والمعروف بالرياح الشمسية.

تأثيرات الشمس على مجال الأرض المغناطيسي



الانعكاسات القطبية



انعكاس المغناطيسية

يتغير المجال المغناطيسي للأرض على الدوام. وأحيانا كانت التغيرات جذرية شديدة بحيث انعكس المجال المغناطيسي على نفسه بالكامل، فتبادل القطبان الشمالي والجنوبي المغناطيسية توقيتهما. ويُعرف هذا بالانعكاس القطبي. ونحن لا نعرف تديلا واضحًا لذلك، لكننا نعلم أن هذا الانعكاس حدث حوالي عشر مرات في الثلاثة ملايين سنة الماضية.



المبنى القديم لإرسيس الثاني

الخزوف المذموم

يتماثل الخزوف المذموم جانبا حول محور. وبطريقة شائعة بتغير موقع القطب الشمالي والمغناطيسي الأرضي باستمرار. ويسمى القطب المغناطيسي للأرض عن الجغرافي بحوالي ١١ درجة. وتعرف هذه بزاوية الميل.

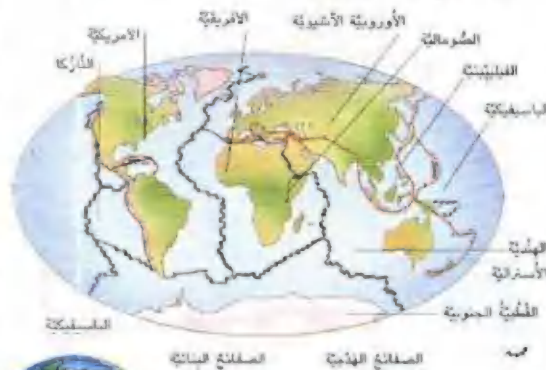
القرب المغناطيسي

عندما يتجه الضخ، يُسجل ويُحفظ اتجاه المجال المغناطيسي الأرضي في ذلك الزمن. بواسطة المعادن المغناطيسية المتواجدة فيه. وهذا يعني أن المجال المغناطيسي يمكن تقصيه في القرب التثوي منذ ٣٠٠٠ سنة كطوب هذا المعبد القديم لإرسيس الثاني.

القارَّاتُ الْمُتَحَرِّكة

ظَلَّ النَّاسُ آفَاتَ السَّيْنِ يَعْتَقِدُونَ أَنَّ الْفَارَاتِ ثَابِتَةٌ فِي مَوَاقِعِهَا دَوَامًا؛ ثُمَّ تَكْتَفِ عَكْسُ ذَلِكَ تَمَامًا فِي السَّيْنِيَّاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ. فَاِلْوَقِ أَنَّ الْفَارَاتِ تُتَجَرَّفُ بِاسْتِمْرَارٍ حَوْلَ سَطْحِ الْأَرْضِ، كَمَا جُلُوعُ الشَّجَرِ الصَّخْمَةِ الطَّافِيَةِ فَوْقَ بَحْرِ لُجَجٍ؛ وَيَعْرِفُ هَذَا بِالْإِنْجِرَافِ الْفَارِّيِّ. كَذَلِكَ فَإِنَّ قِيَعَانَ الْبَحَارِ يُعَادُ تَدْوِيرُهَا كُلَّ ٢٠٠ مليون سنة. فَبِغَضِ الْمَوَاقِعِ الْمُسَمَّاةِ خُبُودًا فِي قَاعِ الْمُحِيطِ تَرْتَفِعُ الصَّهَارَةُ (الصَّخْرُ الْمُنْصَهَرُ) مِنْ طَبَقَاتِ الْأَرْضِ الْبَاطِنِيَّةِ فَتُجَمَّدُ. وَتَتَحَرَّكُ نَحْوَ الْخَارِجِ قَبْلَ أَنْ يُتَبَلَّغَ فِي مَوَاقِعَ تُسَمَّى أَحَادِيدُ الْمُحِيطِ. وَحَدِيثًا دُمِجَتْ فِكْرَةُ اِمْتِدَادِ قِيَعَانَ الْبَحَارِ هَذِهِ مَعَ فِكْرَةِ الْإِنْجِرَافِ الْفَارِّيِّ فِي نَظَرِيَّةٍ وَاحِدَةٍ هِيَ نَظَرِيَّةُ بَكتَريَّاتِ الْكُلِّ الصَّفَاحِيَّةِ.

خارطة الكتل الصفائحية للعالم



الكتل الصفائحية الأرضية

يُكْسَمُ سَلَمٌ الْأَرْضِ عَلَى عِلْدٍ مِنَ الْكُلِّ الصَّامِتَةِ،
الْمِيهَةِ بِالشَّكْبِ الرَّائِيَةِ الْخَرَّ الْقَدَمِ. كُلُّ صَفِيحَةٍ
تَسَامِي فِي أَحَدِ أَطْرَافِهَا مُتَعَرِّفَةٌ لِقُفَا تَمَّ يُعْزَمُ فِي
طَرَفِهَا. وَيَدْعَى طَرَفُ الصَّفِيحَةِ السَّامِيَةِ الْحَادِثِ
الصَّفِيحَةِ الْبَائِيَةِ. وَيُسَمَّى هَذِهِ الْحَوَافُّ عَلَى طَرَفِ
الْعُرْدِ الْحَدِيحَةِ. وَيَدْعَى طَرَفُ الصَّفِيحَةِ حَيْثُ
يَحْرِي التَّهْمُ الْحَادِثِ الصَّفِيحَةِ الْهَدِيحَةِ. وَيُسَمَّى هَذِهِ
الْحَوَافُّ عَلَى طَرَفِ الْأَحَادِيثِ الْمِيهَةِ. وَالْعَزَائِفُ
مُتَوَسِّعَةٌ فِي هَذِهِ الْكُلِّ الصَّامِتَةِ. وَتَحْرُكُ بِتَحْرُكِهَا
إِذَا تَصَادَتِ قَارِيَتَانِ وَلَمْ تُكَلَّفْ إِحْدَاهُمَا (سَفَلًا)
فِيهَا تَقَابُضَانِ فَقَطْ لِلتَّكَلُّافِ سَلَابِلٍ جَمْلَةٍ.

٢٠٠٠ مليون مائة



يطلقُ الجيولوجيون على شكله اليابس
المنخفضة التي تواجدت منذ ملايين السنين
الاسم بانجيا، أي ألم القارات



مطبعة • مامون سنة

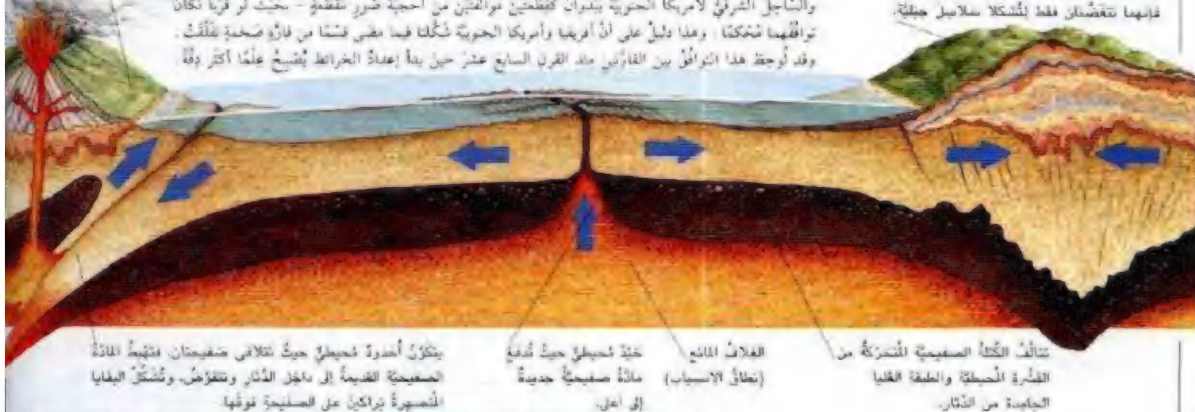


الرئيس: الحاضر

تتصادم المثالي
الصفائح حتى ينفصل
البابسة الى اعلى
للتشقق الجبال

لَقَارَاتُ الْمُشَابِكَةِ

لعل الدلالة الأكثر وضوحاً على تحرك القوافي هي أشكالها. فالشاعر العربي لا يفرق بين
والشاعر الشرقي لا يفرق بين الحروف بنواك فكلت من الحروف من أحجية صور تقسم - بحث لو قوماً كان
توتهمها شتكم. وهذا دليل على أن أوروبا والحبوب شتكم قد مضى فستنا من فازة ضحية غلظت -
وقد لوحظ هذا التماثل بين القوافي منذ القرن السابع عشر حين بدأ إعداد الخواص يقسم علماً أكثر وقفاً



فرڈریک قاین ودراموند مائیوز

ليس من العسير إيجاد شواهد على تحرك
الفقارات، لكن التفسير هو إيجاد علامات
فلا تترك على امتداد عيان البحار. وكان
الجيوغرافيون البريطانيون، فرد فابن ودراموند
مايوز، أول من أدرك أهمية أحد هذه الأبدان، عام
١٩٦٦. نشأ أصدع العزوة العنصرية في صور
عيان البحار هو تراثا مُتعلّق على امتداد هذه الفنون،



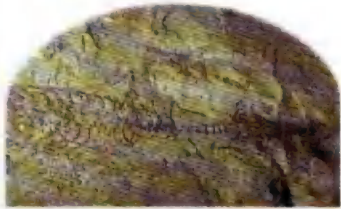
حاشیہ



تاریخ

الغلاف الصخري

تتألف الصلائح الأرضية من البصرة ومن الطبقة العليا
الحامدة للثأر. وتعرف هذه الطبقة بالعلاف الصخري.
تحت هذا العلاف توجد طبقة من الثأر، تدعى العلاف
الصانع، وهي طبقة رخوة ترلأ آليات الصلائح الجابدة
فوقها. في الجرد المحيطية. تتخلل الصخور المتصلبة بفعل
الترابك. وهذا يدفع ضيقها عند من بعضها. أما
الأحاديك المحيطية فتتوزع حيث يتخلل في صفيحتان وتختف
(أو تطم) إحداهما تحت الأخرى وتذمر.



وُجِدَت أحافير زواحف المياه العذبة السليخة «ميروسورس برازيلينس» في جنوب إفريقيا والبرازيل.

شواهد أم القارات

هناك العديد من الشواهد على أن اليابس من الأرض كان فيما مضى قارة واحدة. والعديد من البراهين يُثبت ذلك، فقد وُجدت الحيوانات من أجزاء من السلسلة الجبلية القديمة نفسها في قارات مختلفة. كما وُجدت أيضًا أحافير للحيوانات نفسها منتشرة في مختلف أرجاء الأرض، مما يُبين أن هذه الحيوانات تواجدت سابقًا في قارّة واحدة متصلة.

تحرك القارات



ما قبل أم القارات

قبل أم القارات، كانت كتل اليابسة قارات منفصلة منتشرة عبر الكرة الأرضية. لكنها كانت متحركة جدًا عن القارات اليوم. ثم اجلّت تلك القارات تقاربت بعضها نحو بعض بنحو شديد.

أم القارات

منذ حوالي ٣٠٠ مليون سنة، تصادّت جميع قارات ذلك العصر، مشكّلت قارّة شاسعة واحدة، يُسمّونها الجيولوجيون أم القارات. وهاهنا هذه القارّة العملاقة قرابة ١٠٠ مليون سنة. ثم بدأت تنفك إلى شطرين - شمالي يُدعى لوراسيا، وجنوبي يُدعى جيندوانا.



مستقبل القارات

منذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، بدأت أم القارات بالتفكك وانفصلت قارات اليوم مُعاجة بعضها عن بعض. ولا يزال هذا الصاعد مُستمرًا، مُتعلّق مُعَدّل بضعة سنتيمترات في السنة (تقريبًا مُعَدّل نمو أظفار أصابعك). فمواقع القارات اليوم هي مواقع مُوقّعة، وقد تكون خارطة العالم في المستقبل غريبة يقدّر غرابية خريطة العالم قديمًا.



شاهد أحفوري

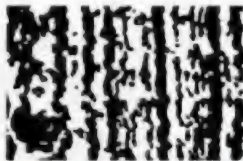
أحافير حيوان الميزوسورس التي عُثِر عليها في البرازيل مُعاجة تمامًا لأحافيره التي وُجدت في إفريقيا الجنوبية. إذ يُمكّن هذا الحيوان بِسُجُود عليه قطع المحيط الأطلنطي، مما يُبين أنه عاش في عظم كانت أمريكا وإفريقيا فيه مُتصلتين. فهذهما باعديت القارتان فصل المحيط الأطلنطي بين الأحافير. كما وُجدت أيضًا أحافير الثيات لنفسه، من العصر نفسه، في أمريكا الجنوبية وإفريقيا والهند وأستراليا ويتلقون القطب الجنوبي.



سابقًا حركة القارات عما هي اليوم لمُرشح الشارقة المُوقّعة للأرض في المستقبل التغير. في هذا العالم الجديد، تتلصق أستراليا كثيرًا نحو الشمال والشمال الأمريكية والهند والأفريقيات من الأخرى.

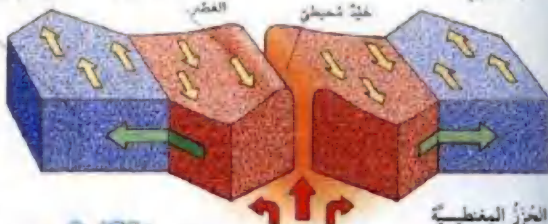
كولمبوس

عام ١٤٩٢، أبحر المُكتشف الإيطالي المُزَلد، كريستوفر كولمبوس، عبر الأطلنطي واستغرقت رحلته ٧٠ يومًا. ولو أنه قام برحلته في وقتنا الحاضر لاستغرقت الرحلة ذاتها أكثر قليلًا! إذ إن المسافة بين أمريكا الشماليّة وأوروبا اليوم أبعد قليلًا عما كانت عليه في حينه - فالبحر الأطلنطي أوسع الآن بِشَرّة أمتار عما كان عليه منذ ٥٠٠ سنة! سبتمبر كولمبوس



هذه الصورة تُبيّن حُرًا مُعظمة في كل طبقة من القشرة المحيطية. عندما يُلجس السطح من الحثّة، فإنه ينضبط باتجاه الشمال المُعظم لذلك العصر.

على سُحرة ملايين سنّة، يُلجس السطح المُعظم من الأرض، فيصبح القطب الشماليّ لُفتًا جنوبًا. وتكتسب الصخور المُتكوّنة في ذلك العصر، توافيقًا مُعظمة مُعكوسة.

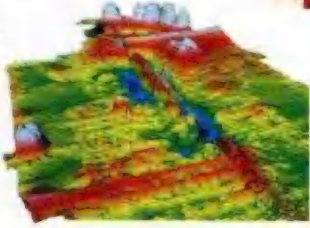


الحُرّز المغنطية

تتمكّن صخور قاع البحر حُرًا، والشرية العسيرة المُتكوّنة باتجاه القطب الشماليّ المغنطيسيّ الحاليّ عوُصم مُروية للشرية المُتكوّنة سابقًا. وجاء مُعاكس. وقد وُجدت الجيولوجيون هذا السطّ نفسه من الحُرّز على جانبيّ القُتْب المغنطيسيّ، وذلك دليلٌ يُبَيّن على أنّهما يُعانِ البحار.

قاع المحيط

السُخُور السُاحية للبحر المحيط سُخُور نَظِيمة تمامًا، لأنّه لم يَتَنَسَّر لها وقتٌ كافٍ لِجميع الرُسابات. أمّا الصخور البعيدة عن القُتْب المغنطيسيّ، فهي مُتكوّنة بطبقات مُتكرّرة من الرُسابات المُتراكمة - مما يُبيّن أن قاع المحيط هناك أقدم. وهنا شاهد إضافي على أنّهما يُعانِ البحار.

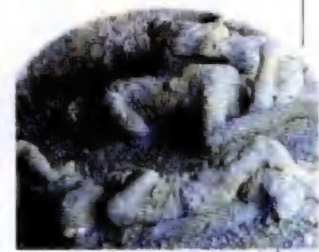


لزيد من المعلومات انظر

- القوى ص ١١٤
- بنيّة الأرض ص ٢١٢
- نشوء الجبال ص ٢١٨
- البحار والمحيطات ص ٢٣٤
- الأرض ص ٢٨٧

البراكين

إذا تَرَجَّحَ قَيْتَةُ شَرَابٍ قَوَارٍ بِنِدَّةٍ وَتَفْطَحُهَا، فَالضَّغْطُ الَّذِي يَدْفُقُ السَّائِلَ رَشَاشًا عِبرَ فُوهَةِ الْقَيْتَةِ شَبِيهًا، مِنْ حَيْثُ الْمَبْدَأِ، بِالضَّغْطِ الَّذِي يُسَبِّبُ ثَوْرَانَ الْبَرَاكِينِ. يَتَّبِعُ الثَّقِيرُ الْبَرَاكِينِي الْعَنِيفُ سَحَابًا كَثِيفَةً مِنَ الرَّمَادِ وَمَقْدُوفَاتٍ مِنَ الْحَمَمِ اللَّابِيَّةِ اللَّاهِيَةِ تَسَابُ مُتَوَهِّجَةً عَلَى السَّفُوحِ الْمُجَاوِرَةِ. يَتَوَرَّدُ الْبَرَاكُانُ عِنْدَمَا تَبْدَأُ الْكُتْلُ الصَّفَانِيَّةُ الصَّخْرِيَّةُ، الَّتِي تَوَلَّدَتْ سَطْحُ الْأَرْضِ، بِالتَّحَرُّكِ. فَعِنْدَ أَصْطِدَامِ صَلِيحَتَيْنِ قَدِيمَتَيْنِ وَأَنْسِحَاقِي إِحْدَاهُمَا تَحْتَ الْأُخْرَى تَنْصَهَرُ الصَّفِيحَتَانِ وَيَتَّحُجَّ مِنْ ذَلِكَ بَرَاكُانٌ عَنِيفٌ الظُّرَازِ. وَمِنْ الْبَرَاكِينِ أَنْوَاعٌ أُخْرَى تَتَكَوَّنُ عِنْدَ تَشَكُّلِ صَفَائِحَ جَدِيدَةٍ فَتَرْتَفَعُ الصَّهَارَةُ عِبرَ الدَّنَارِ وَتَتَبَقُّ كِبْرَاكِينٌ هَادِئَةٌ. تَقَعُ بَعْضُ الْبَرَاكِينِ بَعِيدًا عَنْ حَوَافِ الْكُتْلِ الصَّفَانِيَّةِ فَوْقَ بَقْعَةٍ نَاشِطَةٍ جِدًّا فِي الدَّنَارِ الْأَرْضِيِّ.



يُومِينِي

فِي الْعَامِ ١٧٩٩ م. تَارَ بَرَاكُانُ جَبَلِ فَيُوزِفٍ وَظَهَرَ مَدِينَةُ يُونِينِي الرُّومَانِيَّةِ عِنْدَ سَفْحِهِ وَمَا لَهَا بِالرَّمَادِ وَالْحَمَمِ، فَلَمْ يَكُنْثَفْ عِنْدَ الْآ حَوَالِي الْعَامِ ١٧٤٨. وَاللَّوْتُ أَنْ أَجْسَادَ النَّاسِ وَحَيَوَانِهِمْ تَرَكَّتْ تَجَاوِيفَ فِي الرُّقْمِ الْبَرَاكِينِي أَمَكَتْ تَعْبَثُهَا بِالْمَيْسِ وَالْحَصَوِيِّ عَلَى سَافَحِ لُغْصِ الصَّخَرِ.

سُفْحُ مِنَ الرَّمَادِ وَالْعَبَارِ
فَالْبُيْطَةُ السَّكُنُ لُذَّتْ فِي الْجَوِّ
وَالْعُلَى الْمَاطِقُ الْحَيْطَةُ

بَرَاكُانُ أَلْدِيرْتِنِي

الْبَرَاكُانُ الْأَلْدِيرْتِنِي مَخْرُوفٌ حَادُّ الْجَوَانِبِ يَتَكَوَّنُ عِنْدَمَا تَنْصَهَرُ مَوَادُّ الصَّفَانِجِ الْمُتَصَهِّرَةِ مِنَ الْأَرْضِ. وَيَتَعَاطَمُ الْبَرَاكُانُ تَدْرِيجِيًّا بِتَرَاكُمَاتِ اللَّامَةِ الْعَلِيَّةِ الْأَنْسَابِ وَفَقِيقَاتِ الرَّمَادِ. وَتُعْرَفُ اللَّامَةُ السَّيْكَةُ الَّتِي يَكُونُهَا هَذَا النَّوْعُ مِنَ الْبَرَاكِينِ بِاسْمِ أَلْدِيرْتِنِي.



سُفْحُ مُنَاجِحَةٍ
مِنَ الْغَازِ
وَالْجِسْمِيَّاتِ
الْمُتَوَحِّجَةِ تَسَابُ
عَلَى سَفُوحِ جَبَلِ
بَلِيُوزِيلْدَا، أ.ب. ١٩٦٨.

السَّحْبُ الْمُتَاجِحَةُ

عِنْدَاقِ الضَّغْطِ فَجَاءَ مِنَ اللَّامَةِ الْأَلْدِيرْتِنِيَّةِ السُّدُوقَةُ عَلَى السَّطْحِ، يُخْبِتُ سَحَابَةٌ مُتَاجِحَةٌ تَنْشِئُ أَسْيَاقَ الْهَيَارِ الْمُتَاجِحِ تَتَأَلَّفُ مِنَ الْغَازَاتِ وَتَطْلُقُ الصَّخْرَ وَالرَّمَادَ، فِي دَرَجَةِ الْخَرَارَةِ التَّجْدَادِ، تَسَابُ فَوْقَ السَّلَالِ وَالْأَوْدَةِ بِسُرْعَةٍ قَدْ بَصَلَتْ إِلَى ١٠٠٠ كِم/سَاعَةٍ كُنْ شَيْءٌ وَخَافَتُهُ كُنْ خُرُوفٌ فِي طَرَفِهَا.



خَارِطَةُ الْبَرَاكِينِ فِي الْعَالَمِ

هَازَوِي
جَبَلُ فُوجِي
مَآيِلَانِ
نِيُورِيلْدَا

فِي عَامِ ١٩٨٠، تَارَ بَرَاكُانُ الْأَلْدِيرْتِنِي فِي جَبَلِ الْقُصْبَةِ هَيْلَانَةً بِالْأَوَالِيَّاتِ الْقَحْطَةِ هَذَلِ صِصَاحَاتٍ لِسَاسَعَةٍ مِنَ الْعَالِيَّاتِ.

مَاطِقُ الْبَرَاكِينِ الْبَارَزِيَّةِ

تَوْجَدُ الْبَرَاكِينُ الْبَارَزِيَّةِ حَيْثُ تَرْتَفِعُ مَادَّةُ الدَّنَارِ لِيَكُونُ صَفَائِحَ جَدِيدَةٍ، وَهِيَ نَادِرًا مَا تَطْلُقُ فَوْقَ سَطْحِ الْبَرِ أَلَّا بَرَاكِينُ التَّقْنِ الْحَارَّةِ، تَكُنْكَ السَّوَادَةِ فِي هَازَوِي، هُنَا تَتَكَوَّنُ بَعْدًا جَدًّا عَنْ حَاقِ السَّطْحَةِ.

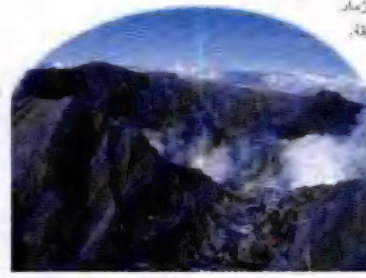
يَتَقَوَّضُ سَطْحُ الْجَبَلِ مُطْلَقًا
شَبَابًا مُتَاجِحَةً لُغْصِي سَمَاءِ
الْمِطْلَقَةِ بِسُرْعَةٍ

يَتَجَرَّدُ الْهَقْلُ الْبَرَاكِينِي
شَكْلًا لَقَحِيحًا، وَيَكُونُ
مَمْلُوكًا جَزْدًا مَقْرَمَادِ
مِنْ ثَوْرَانَتِ سَابِقَةٍ.

غَالِبًا مَا تَنْجَحُّ اللَّامَةُ
الْأَلْدِيرْتِنِيَّةُ فِي الْعَقْلِ
الْبَرَاكِينِي، فَتَكُونُ لُغْصَةً
وَمَعَ تَكَثُّرِ الضَّغْطِ يَتَعَرَّضُ
الْبَرَاكُانُ لِلانْفِجَارِ الْمُتَاجِحِ.

ثَوْرَانُ الْأَلْدِيرْتِنِي

الْبَرَاكُانُ الْأَلْدِيرْتِنِي النَّاشِطُ بَرَاكُانٌ عَنِيفٌ جَدًّا، يَمَكِّنُ ثَوْرَانَهُ فِي أَنْ لَحَقَةٍ، وَأَنْسَبُ الْفَحَارَاتِ أَهْزَارًا بِالْعُزِّ وَقَدْ يُرْسِلُ هَذَا النَّوْعُ مِنَ الثَّوْرَانِ سُحُبَ الرَّمَادِ وَالْعَبَارِ الْحَارَّةِ إِلَى مَسَافَاتٍ بَعِيدَةٍ جَدًّا. الصُّورَةُ الْمُتَاجِحَةُ الْفَهْلَتُ الْبَرَاكِينِي الْأَلْدِيرْتِنِي بَعْدَ ثَوْرَانِهِ.



بركة طيبة

قد يتعرض الماء الشارب في الأرض في بعض
تركائبة للتسخين بفعل الصخور القوية
الحارة، تفتش الصخور الساخنة الغارات
الركائبة ضحيضها، وهناك فإن الحامض
الساخن الذي تفتشه الصخور تخرج حمأة تخرج
إلى السطح بركة من القين الغالي، وتعتبر البركة
الطيبة في شترة بالوشون الوطني بالولايات
المتحدة مثلًا شترة بركة الشح.



النطق الحارة

في أعماق الدثار الأرضي هناك
مناطق شديدة الحرارة
والاضطراب، تعرف بالنطق
الحارة، تكون الأوضاع فيها مهيئة
لتكوين البراكين البازلتية على
المقشرة فوقها، ويحدث تحرك القشرة
الصالحية المستمرة على تكوين خط
سلسلي من البراكين.



جزيرة في نطاق حار غشيرة بهافاي.



يتجهق نطق الآلة السلسلي من الإندلاعات
البازلتية ويتجهق براكين غشيرة

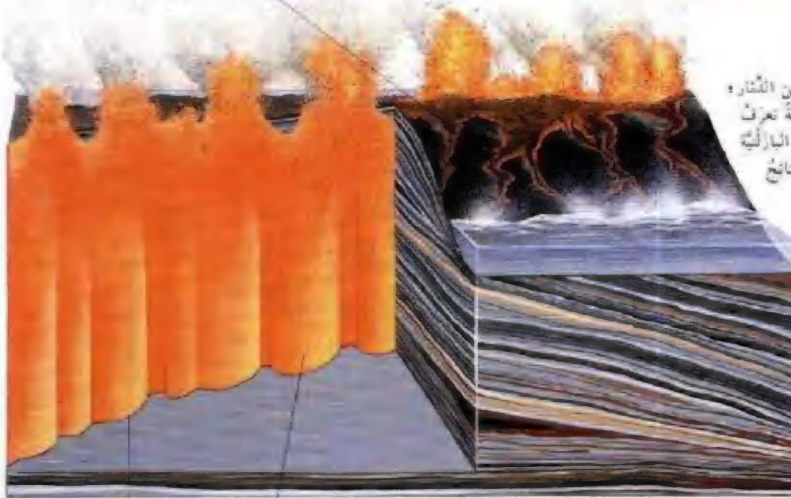
الحنات (بانيح المياه الحارة)

تتدفق المياه التي تسخنها الصخور البركانية
إلى السطح في حنات ماء وبحار. وغالبًا ما
تكون شكة من الحنات تحت الأرض.
فإذا تحركت المياه في إحداها، يدفع الماء
بالضغط الحاصل إلى السطح، ويسهم الضغط
المتولد بتوليد مزيد من البخار. فيحتمل
بالماء ضغطًا ممتدًا من الأرض كغفورة ماء
غالي كسبها حقة.



البركان البازلتية

في بانيح كالتنق الحارة، ترتفع المواد المتصهرة من الدثار،
فإذا تم لها تحريك السطح، تكون لابة سوداء سائلة تعرف
بالبازلت، وبخلاف الآلة الانديزيتية تساب الآلة البازلتية
عادة مسافات طويلة قبل أن تصل. لذا فالبركان النافع
عريض ولخيف، ويعرف بالبركان البحتي. تقع
معلم البراكين البازلتية في أعماق البحار، فعندما
تدفع الآلة في الماء، تزيد سرعة تكتلات قاعية
تسعى الآلة الوساوية. أما على اليابسة، فبركة
البازلت المتصهرة في الهواء كغفورة لهاب.
وقد تتجهق القطرات أثناء طيراتها فتتحول
إلى خابل بركانية.



تحدث كل بركان
هناك شجرة
شهارية هي
تستوعب من المواد
المتصهرة، يغذي
الإفلاخ البركاني.

طبخ الشقوق، الذي
ترتفع فيه الآلة غير
شروع طويلة،
واسع الانتشار في
البراكين البازلتية.



لابة شمهيرة تتساقط فوق الصخور في هافاي

سطوح الآلة

تسبب الآلة البازلتية بحرية، فتكون سطحها الباردة بسرعة لتتصلب
وتتجهق بالشرارات تحتها، وتعرف هذه الآلة الخبلة بالهاغمو
(اسمها المحلي في هافاي). ولذا تكثر هذا السطح. وله يكون
كلًا لابة غشة السطح تنس ١١

جبل المديسة هيلاند
بالولايات المتحدة
بليوشون
بالولايات المتحدة



بركان البازلتية

بليوشون

مناطق البراكين الانديزيتية

البراكين الانديزيتية شيت باسم جبال الأنديز حيث لوحظت
أولًا وهذه البراكين تتواجد في المناطق حيث يتلاقح الواجهدة
من الصفائح الأرضية تحت التي لديها.

لمزيد من المعلومات انظر

- الحوامض ص ٦٨
- القارئات المتحركة ص ٢١٤
- تسوية الجبال ص ٢١٨
- البراكين الأرضية ص ٢٢٠
- الصخور والتمعادن ص ٢٢٦
- رسم خرائط الأرض ص ٢٤٠

نُشوءُ الجبال

تَشِيخُ الْجِبَالِ كَمَا يَتَّيَحُّ لِلْإِنْسَانِ، لَكِنْ لَيْسَ سَرِيعًا جِدًّا مِثْلَهُ. فَمِثْلِيَّةُ جِبَالِ الْهَمَلَايَا فِي آسِيَا بَدَأَتْ بِالنَّشْوَ مِنْهُ ٥٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ، وَلَا تَزَالُ شَابَةً فِي دَوْرِ التَّكْوُنِ. تَتَكَوَّنُ الْجِبَالُ نَتِيجَةً لِنُكُونِيَّاتٍ (حَرَكَاتٍ وَفُوقِي تَشَكُّلٍ) الصَّفَانِحِ الْقَارِيَّةِ - وَهِيَ التَّكُونِيَّاتُ الَّتِي تَعْدُثُ فِي قِشْرَةِ الْأَرْضِ، ضَاطِعَةً وَعَاصِرَةً حَوَافَّ الْقَارَاتِ. هَذِهِ الْفُوقِي تَرْفَعُ الْجِبَالُ مِنَ الْأَرْضِ فَسْرًا. وَتُحَدِّدُ بَعْضُ سَلَالِيلِ الْجِبَالِ الْقَدِيمَةِ، كَجِبَالِ الْأُورَالِ فِي رُوسِيَا وَالْمُرْتَفَعَاتِ الْإِسْكَنْلَنْدِيَّةِ، مَوَاقِعَ تَصَادُمِ الصَّفَانِحِ الْقَارِيَّةِ فِي أَرْزَامَانِ غَاطِرَةٍ. نَشْوَ الْجِبَالِ يَطْعُرِي عَلَى إِجْهَادَاتٍ عَظِيمَةٍ تُسَبِّبُ أَلْوَانَاتٍ وَأَقْطَاعَاتٍ تَشْكِيلِيَّةً فِي الصَّخُورِ يُمَكِّنُكَ تَقْصُّصُهَا فِي الْمَنَاطِقِ الْجَبَلِيَّةِ.

خارطة جبال العالم



نورُ الحبال

سلاسل الجبال الرئيسية على الأرض هي جبال قمرٍ تَكونتُ بأنشطة
خواف الغارات، أو حيث تصادمت الصفائح القارئة. أمَّا الجبال
الكثبية، المتكونة بالنفث، فهي أقلُّ فلكاً للأنظار على نطاق عالمي -
علماً أنه يمكن تَكون البراكين بين جبال القطبي أو بين الجبال الكثبية.

شَرَفُكَ سَفِيحَةً مُدْبِلَةً تَحْتَ إِحْدَى
النَّقَارَاتِ؛ فَيَقُولُ الْإِحْيَاكَ الْخَافَةَ
النَّقَارَةَ إِلَى أَسَافِينَ، ذَانِغًا مَرُّ إِسْفِينِ
مِنْهَا خَلْفًا تَحْتَ الْإِسْفِينِ الَّذِي يَلِيهِ.

جبال الطي: عمليا

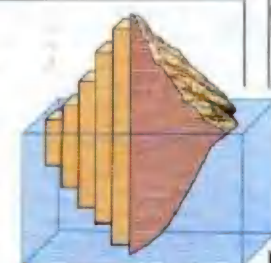
تَكُونُ الْأَسَافِينُ الْقَارِيَةُ
الْمُتَصِفَةُ جُزْأً وَمَلَابِلُ
سَاجِلَةٍ وَجَرَّةٌ وَهِيَ شَتَّافٌ
مِنْ فَرِيحٍ مُزَكَّبٍ مِنَ الرُّسَابَاتِ
الْمُحِيطَةِ وَالْمَوْلَى الْقَارِيَةُ.

نَكُونُ جِبَالِ الطِّيِّ

تَكُونُ حَالُ الطَّنْ عَلَى حَالِ الْفَارَةِ. فَتَقْصُرُ الصَّيْفَةُ الْفَارِيَّةَ عَنِ
إِزْطَامِهَا بِالصَّيْفَةِ الْمُحِبَّةِ الَّتِي تَلَحُّمُ تَحْتَهَا. فَتَقْصُرُ الْخُرُ
الرَّاسِيَّاتِ الْمَقُولَةِ مَعَ الصَّيْفَةِ الشَّيْبَةِ بِخَالَةِ الْفَارَةِ؛ وَتَقْطُرُ هَذِهِ
فَتَقْطُرُ طَرَفَهَا صَعْدًا لِنَصْبِ جُزْءٍ مِّنَ السَّلْبَةِ الْجَبَلِيَّةِ. أَنَا الصَّيْفَةُ
الْهَالِكَةُ فَتَقْصُرُ، وَتَقْصُرُ الْمَهَارَةُ فِي عَادَةِ الْجَبَلِ فَتَرْمَعُا أَكْثَرَ
وَتَقْطُرُ الْبَرَاكِي إِلَى السُّطْحِ.

الجمال الطافية

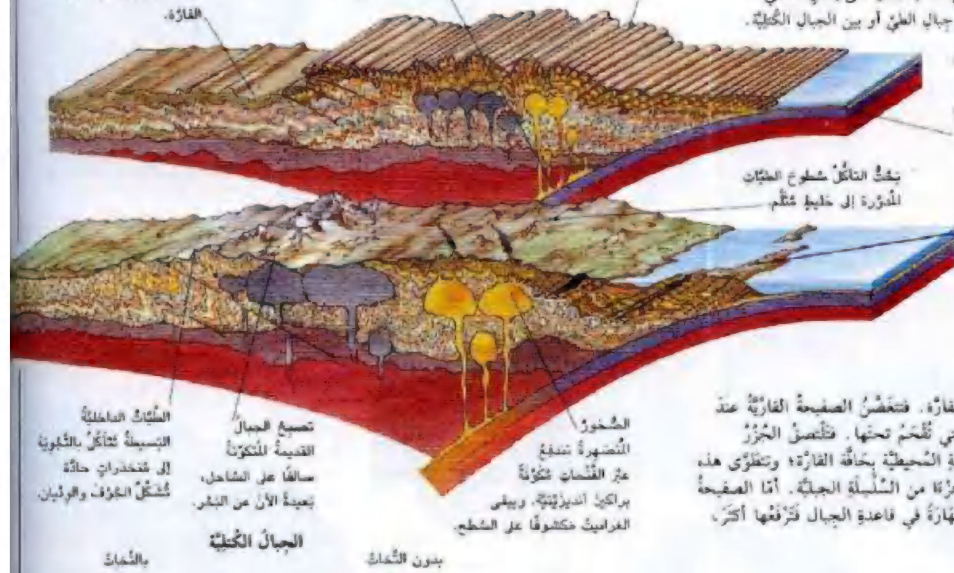
في العام ١٨٥٥، إرتأى الفلكي البريطاني جورج بيلد إيرري، أنَّ الجبال، كما أنَّزلت الغسنة الطافية في الماء، بزادَ علوها تحت السطح كلما زادَ ارتفاعها فوقه. وتبيَّن الأبحاث الحديثة أنَّ الفكرة القارئة استُخدمت كثيراً في المناطق الجبلية منها في المناطق المنخفضة، وأنَّ للجبال جذوراً مُتعددة عميقة في طبقة الدَّثار.



نُشَوِّذُجْ لِحْذُورِ خَبِلْ

جبال الطي: نظريًا

وتتدفق في هلال
الصفحة الهائلة
تدريجاً لولا التوسعة من
يتمتع الضيف المحور
ويحسها جيداً في داخل
الغرفة

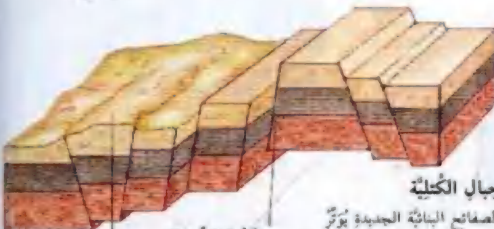


الجبالي المكتبة

سبح الجبال
تدعيم التكوين
بالفأ على الساحل،
بند الأ عن النهر.

تَكُونُ الْجِبَالُ الْكَتِلَیَّةُ

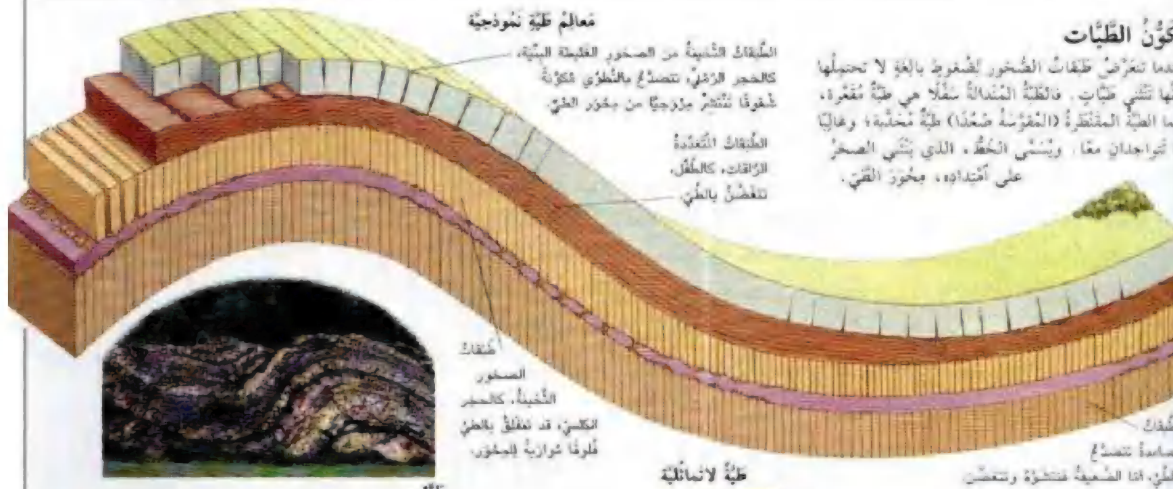
إِنَّ تَكُونُ الصَّفَاحُ الْبَابَةُ الْجَدِيدَةُ يُؤَوِّزُ
قِطْرَةُ الْأَرْضِ فَيُثَلِّثُهَا كُنْثَا تَعْمَلُ بَيْنَهَا
شُعُوقُ تَنْتَشِي ضَرْعًا. وَقَدْ تَخَفِيفُ بَعْضُ
هَذِهِ الْكُنْثَى، مُكَوَّنَةٌ أَوْدِيَةٌ خَسِيفٌ، نَارَكَةٌ
الْكُنْثَى الْعَامَّةُ بَيْنَهَا كَجَابِلٍ كُنْثَى، كَيْلِكَ
الْمَوَاجِدَةُ فِي شَرْقِ الْغُرْبَةِ.



تتفق القارة بفعل
شواهد إلى أن
يتوزع بعضها
بالنسبة إلى
بعضها الآخر.

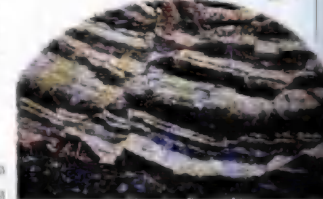
تَكُونُ الطَّيَّاتُ

عندما تَنْعَرُصُ طَبَقَاتُ الصُّخُورِ الصُّغُورِ بِالْعِزِّ لَا تَحْتَمِلُهَا
وَالْهِيَ تَلْقَى حَبَابَ دَانِقَةِ الْمَدَالَةِ سَعْلًا فِي طَبَقِ مَعْرُوفٍ
فِيهَا الْعَبْدُ الْمُتَقَرِّبُ (الْمَعْرُوفُ صَعْدًا) طَبَقٌ مُخْبِئٌ وَغَالِيًا
مَا تَوَاجَدَانِ مَعًا وَيَسْمَى الْخَطُّ الَّذِي يَنْشِئُ الصَّخْرَ
عَلَى أَمْتِدَادِهِ، مَعْرُوفُ الْقَبْرِ.



أنواع القنات

تَلَوَّ الصُّحُوفَ بِطَرَفٍ مُخْتَلِفَةٍ تَتَّحِ الرُّوَاعَا مُخْتَلِفَةً
 مِنَ الْقَبَاتِ الْقَبَاتِ الشَّبَّاءِ أَعْلَاهُ فِي مَلَاتِ
 مُسَائِلَهُ «بَعِي أَنْ الْعَبْدُ تَقْوِي حَوْلِي مُسْتَمِ
 حُودِي» أَمَّا فِي الْقَبَاتِ الدَّاعِيَانِيَّةِ، فَيَقْدِمُ الْعَبْدُ
 مَالَهُ مُخْتَرَفَةً بِعَمَلِ الصُّعْطِ الْمُسْلَمَةِ عَلَيْهَا، وَقَدْ
 تَعَاظَمَ الصُّعْطُ حَذًا فَتَفْتَحُ الْعَلِيَّةُ بِكَابِلِهَا،
 وَفِيهِ مَدَامَا فُتْرِي.



نُتِيَ هذه الصدور في كشور بايران، كلا
الصدور العاديّة والعكسيّة

المُذْنُوعُ

يُحْكِي مُشَاهِدَةُ الصَّدْعِ كَشْفُ
لَحْفٍ بِهِ الصُّحُورُ فَرَأَى بِمَعْطِهَا
بِالنَّسَةِ لِعَصْرِ

مَنْفُ حَوَافُ
الطُّبَقَاتِ قُبَاةُ
الضُّعَى: وَيَعْرِفُ
هَذَا بِالْإِنْدَلَاقِ.

المسألة الأولى
مسألة التواجد في
الناطق الجديدة.

أنواع الصدوع

أحياناً، وبالتأثير عادة وليس بالضبط، لا تنبئ الصخور
ولا تعطي أية تلميح إلى شكل تضاريسها. ويُعرف هذا
بالتضاريس. ويسمى الطاق السطحي الذي تراق فيه الكتل
من بعضها مستوى التضاريس.

طَبِيبُ لَانْجَانَلَهْ

طَبَّ مُطَطَّحَةً

الطبّي المضطّعة تدير
كثافتها وقمت عو تقسّمها

ضلع عادي

يَتَكَوَّرُ الصَّدُوحُ الْعَادِي
بِالْقَوْمِ. فَتَحْضُرُ
الصَّخُورُ وَيَذْأَلُ وَاجِدُهَا
سَلًا تَحَاةَ الذِّي تَلِمُ.

فَنَسْتَوِي الصَّدْعَ بِقِصْرِ
الْحُلَا النُّصْبَةِ عَنِ الْفَوْقِيَّةِ.

ضد عفونی

يَتَكَوَّنُ الْحَدُّعُ الْعَكْسِيُّ بِالْإِنْصِغَاطِ فَتَنْحَرِكُ
أَحَدَى الْكُتْلُ ضَعْفًا بِالنِّسْبَةِ إِلَى الْأُخْرَى.

خُذْ قِطْعَةً مِنَ الزَّالِقِ يَمِينِي

صَدَقَ الشَّيْخُ
لَا يَرَاهُ، تَتَحَرَّكُ
كُنْتُ جَانِبِيَا وَلَيْسَ
مُورِدًا.

تاريخ
الترجمة
بمبئي

ضدُ مُشْجِهٍ
اتزلاقي بشاري

في صندع المصحح الإفرلاقي
البيساري تحركت الكلمة
المقابلة إلى اليسار.

طَبَّ

تتكون طبقات الصخر المخطط هذه في نيويورك ولندن، ويجريس بالولايات المتحدة، الأشكال التي أخذها الطباشير. وتتميز الطبقة في منشعب ضوئي بالمثل المستدير الذي نلاحظه في طبقات الصخر.

دستر (صدغ دستري)

بالضيق المستمر
تصبح الحية
شرا - يمكن
مشاهدته كطير
أو ضفدع.



خَدْعُ سَانْ اَنْدَرِيَامَسْ

يَطْلُقُ صَدْعٌ سَائِدٌ أَدْرِيَسَ الْهَائِلِ سَهْلٍ
كَارِيْمُوْهُ يَطُوْلُ ٢٥٠ كِم جَنُوبِي سَائِدٍ
فَرَسِيكُوْهُ ١٦٠ كِم شَمَالِي لُومُ
الْجَلُوسِ. يُحْتَلَى هَذَا الصَّدْعُ صَدْعًا زَلَّالِيًّا،
وَيُعْزَى إِلَيْهِ السَّبَبُ فِي بَعْضِ الزَّلَازِلِ الرَّبِيعِيَّةِ
فِي الرِّيَاضَاتِ الْمُتَعَدَّةِ.

المزيد من المعلومات أنظر

الهزات الأرضية

إنَّ أشدَّ القوى والتفجيرات المألوفة لدينا تظلُّ ضئيلة جدًا بالنسبة للقوة التي تُمرِّق طبقات الصخر في قشرة الأرض وتصدِّعها. فالطبقات الصخرية بطبيعتها لا تتشقق ولا تتصدَّع بسهولة، لكنَّ التوتر الذي تُسببه تحركات الصفائح الأرضية يتنامى عبر السنين حتَّى تنوء الصخور تحت وطأته، فتصدَّع فجأة وتُزاح مُصدِّرة أمواجاً صدمية مُدمِّرة يترجف معها سطح الأرض في تلك المنطقة فيما تُسمَّيه زلزالاً أو هزة أرضية. وقد يلي الرَّجفة الزلزالية الأولى سلسلة من الرَّجفات اللَّاحقة على مدى بضعة أيام تالية، ثمَّ تخبو عندما تستقرُّ الصخور في مواقعها الجديدة.

خارطة مناطق الزلازل في العالم



مناطق الهزات الأرضية العنيفة
مناطق الهزات الأرضية الشائعة

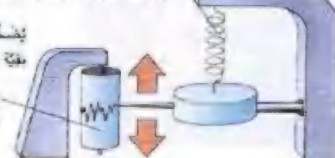
مناطق الهزات الأرضية

حدثت الزلازل، كما نقرأ في الراكيين بحثاً على أمتداد حافات الصفائح الأرضية. فتحدثت الهزات الضخمة حيث تلاقي الصفائح فعلاً عند الشقوق، فيما تحدث الهزات العنيفة حيث تلتزم إحدى الصفائح تحت أخرى.

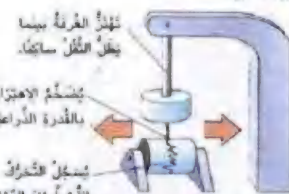
مقياس ميركالي

تُقاس شدة الزلازل أو كَمِّية الرَّجفة، على مقياس ميركالي المُدرَّج على أساس ما يُرى ويُحسَّ خلال الهزة. ويغراوخ مدى المقياس بين الدرجة الواحدة لِلرَّجفات البسيطة جداً، وبين الدرجة الثانية عشرة لِلزَّلزلة التي تحدث دماراً شاملاً. وتُسمَّى النُّقطة، في باطن الأرض، التي تنطلق منها الهزة بؤرة الزَّلزال؛ ويُشعر بشدته الأعظم في المركز السطحي لِلزَّلزلة، وهو النُّقطة على سطح الأرض الواقعة تماماً فوق البؤرة.

قراءة عنوية
يُحسب التماسُّ بقلِّ المِزْجَاف (مقياس الزَّلزلة أو السيزمومتر)



قراءة لقياس



المِزْجَاف (السيزمومتر)

المِزْجَاف أو مقياس الزَّلزلة آلة تستعمل الهزات الأرضية. يحوي مقياس الزَّلزلة بقللاً ثقيلة جداً بحيث يظلُّ ساكناً بينما يهتزُّ قُلٌّ شيء حوله. تُضبط الرَّجفة بقلِّ الزواج (الشدرة الدارعية) وتستعمل على أسطوانة دَوَّارة.

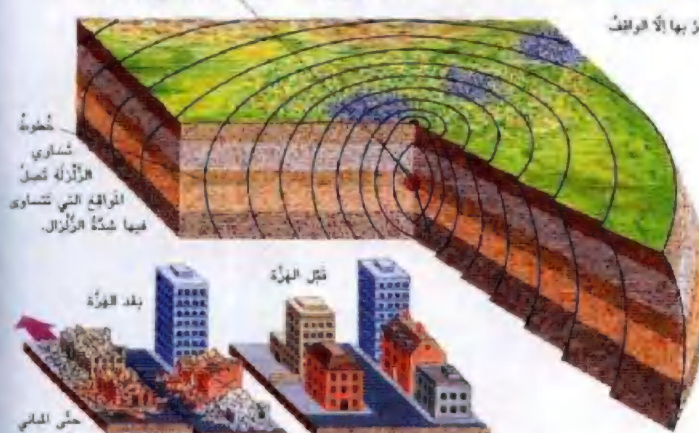
مقياس ميركالي

هزات الدرجة الشديدة
على مقياس ميركالي
لشدة التواء وتصدُّع
اللائات ولشدة التآكل
المشكلة وصلاتها.



هزات الدرجة
الثانية على
مقياس ميركالي.
تكون خفيفة فلا يشعُر بها إلا الحوائط
في طابق علوي.

شدَّة الشعور الأعظم
يحدث في بُدَّة الزَّلزال.



يُراعى عند تصميم المباني في مناطق الهزات الأرضية، تخفيف الأضرار قدر الإمكان. فالمباني العالية ينبغي أن تارَّجح دون أن تتصدَّع، وتُشاد الخفيفة من دَوَّارٍ خفيف. قد تُشاد بجعل مرَّة خفيفة. وقد تُصنَّع المباني العالية لكثير من الخفيفة، والمطوَّع أو القل والأرضاء هي أخطار تعقُّب الزلازل ملحقاً.

التدعيم الشامل

على درجة ١٢ من مقياس ميركالي يكون التدعيم شاملاً. فتُوجَّ الأرض بتموجات تلامح البحر، وتُغذَّب الأجسام في الهواء، وتُدرَّز المباني تدعيماً كاملاً. كما تنعش النعالم الجغرافية للمساحة بشكل دائم. والشحن الخطء، فإن قلَّة من الهزات تبلغ هذه الدرجة من الشدَّة.

لغزيب من المعلومات

- القوى والتصدُّع ص ١٢٠
- الاهتزازات ص ١٢٦
- بئة الأرض ص ٢١٢
- القارَّات المنعركة ص ٢١٤
- لشدة الجبال ص ٢١٨
- حفاظ ومعلومات ص ٤١٤

مقياس رنختر

يُقاس قُدُّ الهزة الأرضية، في مقابل شدتها، بمِزْجَاف رنختر وهو مقياس دَوَّارة (سيزمومتر)، من تصميم عالم الزلازل الأمريكي شارل ف. رنختر، عام ١٩٣٥. فالهزات الأرضية العنيفة على هذا البرجاف قد تبلغ درجة ٦ أو أكثر، أما الاعنى والأشدُّ تدعيماً فقد تبلغ درجة ٨,٩.



شبهة هزة أرضية
في أوريكان، بترنكا.

الصُّخُورُ وَالْمَعَادِنُ

الأرض التي نعيش في مناجيها، ونشيد المباني عليها، ونزرعها بساتين وحقولاً تتألف من صخور وكل صخور الأرض تتألف من كيمائيات تسمى معادن. بالفحص المجهرى، يتبين أن الصخر مؤلف من بلورات معدنية متباينة تتنامى وتتداخل معاً كالفسيخاء. ولا يحوي الصخر المعين عادة أكثر من ستة أنواع من المعادن، لكل نوع منها تركيبه الكيمائى المتميز. وتتألف قشرة الأرض من ثلاثة أنواع متباينة النشأة من الصخور هي البركانية (أو النارية) والمتحولة والرُسُوبية. فالصخور البركانية تنشأ من تصلب الصهارة السائلة بالبرودة. وتنتج الصخور المتحولة من تحول الصخر كيمائياً بالحرارة أو الضغط إلى صخر مختلف النوعية. أما الصخور الرُسُوبية فتتكون بتلاحم قباب الصخور وأنواع الحُتَابِ والأتقاض الأخرى.



بلوريت القرو
الرُسُوبى

مرو قزلقز
اللون

أنواع العرايت المختلفة

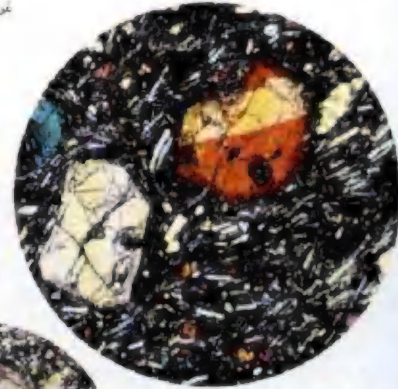
في بعض الصخور، كالعرايت، تتكون بلورات المعادن من الكبريتيك ترى بالعين المجردة. يتألف العرايت من معادن القوار (الكوارتز) والفلسبار والتيتا، وقد يكون لون العشم قزلقز أو زهراء، كما إنع الفلسبار الذي يحويه.



عرايت لقيز



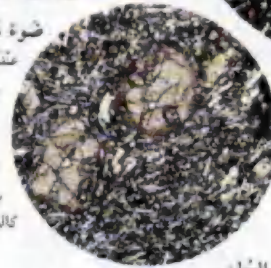
عرايت الشريت



هيماتيت، خام
حديدى

صوة مستقطب

عند فحص شريحة صخرية بجهاز موشح مفرق الاستقطاب (تسبح) يتردد أمواج ضوئية معينة فقط تظهر المعادن كل على حدة، ثقافة في معيها. وقد يظهر بعضها لونا ضللا وللة منها، كالحديد، فهو طيلة قاعدة بالكامل



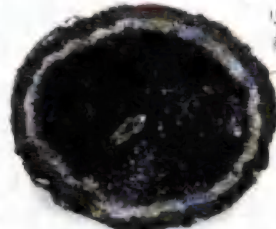
صخر مرادوخ الاستقطاب

إذا تعطى الشريحة الصخرية نفسها غير مرشحين مستقطبين تبدو المعادن في لوني راتع من الألوان وتغير هذه الألوان إذا ما قُوربت الشريحة تحت البصير، ويمكن تعيين هوية المعادن كل على حدة من نظيره ومن لغرات الكالة.



الحلي

بعض المعادن صلب أشاد، لذا تستخدم في صناعا الحلي. وتعتبر قيمة معادن الحلي هذه على قدرتها ومقدار القلب عليها.



بلوريت السست
تؤلف جتازا
خلول خادوة
صخرية



الماس



تلك (الملك)

سلم موهز

يمكن تعيين هوية المعادن من ضلالتها فالمعين الذي يستطيع خلش معدن آخر هو أصلده. وبمراوخ سلم موهز لقياس ضلادة المعادن بين ١ و ١٠ - باعتبار ضلادة التعلق (أين المعادن) ١، الجبس ٢، الكلسيت ٣، التلوزيت ٤، الأباتيت ٥، الأورثوكلاز ٦، الكوارتز ٧، الثوباز ٨، الكورنلم ٩، والماس ١٠ (أصلده المعادن).

الهيماتيت

تتوى الخامات المعدنية للزيت يمكن فصلها بسهولة كالهيماتيت أحد خامات الحديد. فالحديد فلز متين مرن قابل للثني يمكنه الاتحاد مع فلزات أخرى لتكوين سبائك. وأسبعمالات الحديد واسعة النطاق - من صنع الإبر والمقصات إلى زرع وأشغال الإنشادات الشاسعة الضخمة.

لمزيد من المعلومات انظر

- الترابى الكيمائى ص ٢٨
- البورات ص ٣٠
- العناصر ص ٣١
- الحزبات ص ١٠٩
- بنية الأرض ص ٢١٢
- حقائق ومعلومات ص ٢٢٥

الجوزة الصخرية (المبنة بالبولرات)

قد تقو معادن الصخر في الماء أو في سواحل ثرائية مازة عترها، وتدخل إلى سواحل أخرى. والمعادن التي تتراكم على جوانب تجويف صخري قد تكون جردا صخرية تبنة بالبولرات.

الصَّخُورُ البرُكَانِيَّة

أثناء احتراق الشمعة ينصّب بعض الشمع السائل قطرات على جوانبها ويتجمّد، هكذا تتكوّن الصّخور البرُكَانِيَّة إذ تتصلّب من كتلة صخرية منصهرة كما تتصلّب اللّابة المنسابة عندما تبرد على حواف بُركان. ونظراً لفاعليّة العامل الحراري في تكوين الصّخور البرُكَانِيَّة، فقد سُمّيت أيضاً «الصّخور النّاريّة». هنالك نوعان رئيسيان من الصّخور البرُكَانِيَّة: النابضة السطحيّة والمندسة الجوفيّة. الأنواع السطحيّة تنشأ من تصلّب الصّهارة بسرعة فوق سطح الأرض كما اللّابة؛ وهذا يَكيّفها نَسْجَةً بلوريّة دقيقة الحبيبات. أمّا الصّخور الجوفيّة فتنشأ من صّهارة تصلّبت بالتبريد البطيء عميقاً تحت سطح الأرض لِتُنتِج صَخراً خشن النّسْجَةِ البلّورية كبير الحبيبات.

البازلت

البازلت صخر بُركانيّ ناعم نموذجيّ لنا من اللّابة، وهو صخر كثيف داكن لونه سبب المعادن المتواجدة فيه، وهو ينشأ بالتبريد السريع قليل الحبيبات المتباعدة.



بلورات الغرانيت كبيرة بحيث تُرى بالعين المجردة.

ينشأ البازلت عندما تبرد اللّابة البرُكَانِيَّة فوق سطح الأرض.



الغرانيت

الغرانيت صخر بُركانيّ خشن، يوجد منه عدّة أنواع تُلها غايحة اللون سبب طبيعة المعادن الفاتحة اللون فيها، ويتنوع الغرانيت وفقاً لظروف من البازلت ليتصلّب، مُكوّناً بلّورات أكبر حجماً بحيث تُرى بسهولة.

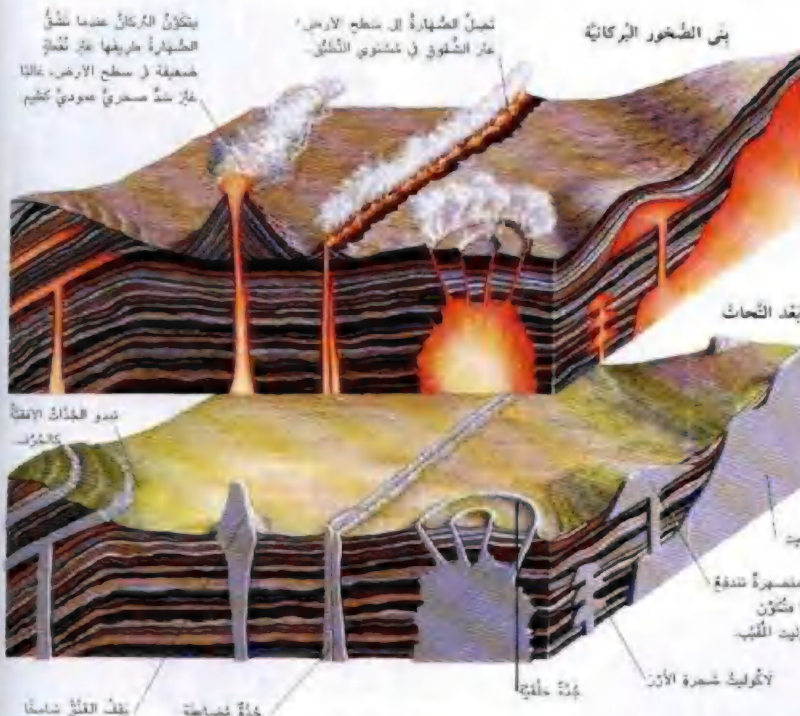
تكوّن الصّخور البرُكَانِيَّة

تنشأ الصّخور البرُكَانِيَّة الخفيفة نشأة السليكا، كالْبازلت، من صّهارة مادة الدثار الأرضي. أمّا صّهارة مادة الصفائح الأرضيّة فتكوّن صخوراً بُركانيّة عالية نسبيّة السليكا، كالغرانيت، الذي يتصلّب كتلاً ضخمة كاللّحاء الغائر (بالوليت) أو في قباب أنداسيت (الأنوليت)، أو يتكوّن في الصدور مُشكّلات جُدات فاطمة (سُدود) صخرية عموديّة، أو مُوازية أفعى، أو قد تتجسّد غير السطح. ولا يُرى الصخر الجوفيّ إلا بعد تحات الطبقات القويّة.



جُدّة فاطمة بُركانيّة

عندما تُنشأ الموادّ المنصهرة طرفها إلى ضلع وتتصلّب، تُكوّن صخوراً أنداسيتية مرسطة حجم الحبيبات. وهذا الصخر أصله عادة من الصّخور المحيطيّة، لذا يَصدّد هذا الانداسيت بعد التّحات كتعالم طبيعيّ أرضي بارز.



يقف الغلّث شامساً بعد أن يتأقّن البركان المنبسط به.

جُدّة فاطمة

جُدّة حلقية

مواد منصهرة تندفع ضلعا فتكوّن الأنوليت اللّبي.

الأنوليت لشجرة الأرز

رَضَفُ الطَّرِيق

الصّخور البرُكَانِيَّة ضلدة جداً. والتصبّاء من مُساريتها تصلّغ كمادّة رَضَف قويّة جيّدة لتجديد الطّريق، خاصّة بعد تخلّطها بالرّفت؛ لأن الرّفت يَبعث قوّة معانيتها السليكاويّة (الهلباسار) بالتّخوية.



يُفرّش شاطئ الطّريق بخلط من خضام الغرانيت والرّفت الشاهين.

لَزيد من المعلومات انظر

- الكربون ص ٤٠
- نبه الأرض ص ٢١٢
- البراكين ص ٢١٦
- الصّخور والمعادن ص ٢٢١
- حقائق وثقافات ص ٢١٥

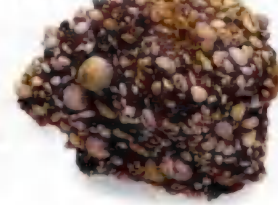
الصخور الرسوبية

لا يمكنك معرفة ما قد نحويه الصخور الرسوبية؛ فالكثير من أنواع هذه الصخور يتألف من صخور متعددة أخرى، أو حتى بقايا حيوانية ملتبص بعضها بعض. تنشأ الصخور الرسوبية من جسيمات متراصة كطبقات من الرسابات تُطمر وتُضغط لاحقاً فتلتحم بالتمتد إلى كتلة جامدة. يوجد ثلاثة أنواع من الصخور الرسوبية: الغنائية، وتتألف من حجارة وفئات صخور سالفه؛ والكيمائية، وتنشأ بانفصال المواد الكيمائية، كالأملاح، والمذابة في الماء، عن محاليلها؛ والحيوية المنشأ، وتتألف من بقايا الكائنات الحية.

الفتة (الصخور الرسوبية المتكتلة)

تكتل الحبيبات الأصغر إلى صخر رسوبي فائق خشن يدعى الفتة أو الرصيص. وتشمل الصخور الرسوبية الغنائية الأخرى الحجر الرملي - التولف من طبقات الرمل في الصحاري أو على شواطئ البحار - والتفلل المولف من طبقات الرمل والطين.

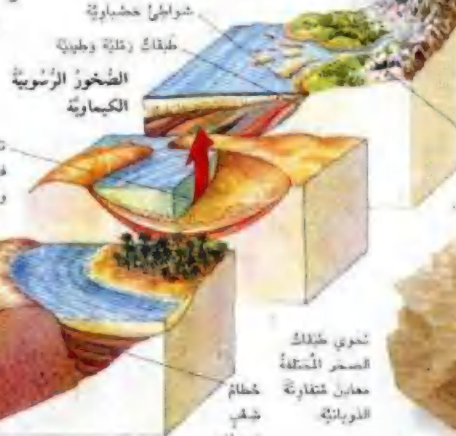
صخر كتل



الصخور الرسوبية الغنائية

يفتح الطر والمواد الجزيئية الصخور المكشوفة إلى حجارة وحطام

تخترق المياه الجارية هذا الحطام الصخري إلى البحر حيث يترسب.



تتسبب مياه بحرية أو إسطي بحري تعزول، فيوزاد تركيز الأملاح المذابة تدريجياً، والجزء تترسب.

الصخور الرسوبية الحويوية المنشأ

الطبقات المرجانية هو نفس صخر رسوبي حويوي المنشأ، ويمكن إفسارته المنتشرة على قاع البحر تكوين شطب آخر.



حجر كلسي صخري

الحجر الكلسي البحري

الصخور الحويوية المنشأ تتألف من مواد كانت شطب في زمن قصى. يتألف الحجر الكلسي البحري، أعلاه، من بقايا وشطبها البحري، والأصداف البحرية، كما إن الحجر الكلسي الشعاعي والفحم الحجري هما أيضاً مثالان على الصخور الرسوبية الحويوية المنشأ.

في الوقت الحاضر



قبل ملايين السنين

طبقات من الرسابات

الرسابات التي تصب في النهاية صخوراً رسوبية قد تغطي كامل قاع البحر أو مساحات صغيرة منه. أما حيث تلتقي بيتاف، كما في مفت ولتاري في البحر، فهناك مزيج من مختلف أنواع الرسابات.

البلع الصخري

بحري مياه البحر معادن مذابة، فإذا غزل جزء من البحر وحث تترسب هذه المعادن طبقة في القاع. فالبلع الصخري وبعض أنواع الحجر الكلسي هي صخور رسوبية كيمائية سودجة.

تكون الصخور الرسوبية

العملية التي تتحول بها الرسابات السائبة في قيعان البحار والأنهار إلى صخور رسوبية صلبة تُعرف بالتصخر. ويتم ذلك على مرحلتين: في الأولى - تُضغط الرسابة بفعل الطبقات المترسكة المتزايدة فوقها، فتُطرد الجيوب الهوائية، وتُزحم جسيمات الرسابات وتتواشج. في المرحلة الثانية، تترسب معادن المياه المحيطة السائبة على الصخور - غالباً الكالسيوم والسليكا - فتتراكم فوق جسيمات الرسابات مُستمتة إياها في كتلة تُسمى جامدة.

حجارة البناء

إن مستويات الطين - أي فواصل طبقات الصخر المنتشرة - تجعل الصخور الرسوبية سهلة الانفلاق والتشكيل. أما الصخور الرسوبية الأصلد والأسند فتلقت، كالحجر الرملي والجيري، فتستخدم عادة كمواد البناء.



ملز من الحجر الأسفر الرقني في نيويورك، بالولايات المتحدة.

في الوقت الحاضر

الرسابات التي تم تحويلها إلى صخر رسوبي، قد ترتفع بالخرقبات الأرضية إلى السطح وتعرض للفتحات للصخور الأصلية كالحجر الرملي أو الكلسي. قد تتأثر الشعاب، فيما الصخور الأعلى صلاوة، كالقفل. قد تتأثر بسرعة، مُشكلة مُستقاً أرضياً مُتزاخاً، وهذه العملية مستمرة الحدوث حالياً.

لمزيد من المعلومات انظر

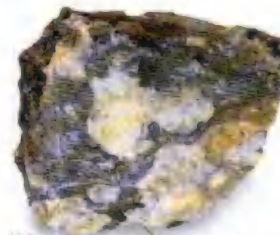
- البؤرات ص ٣٠
- نشوء الجبال ص ٢١٨
- الطبقات والمعادن ص ٢٢١
- التحجرة والفتحات ص ٢٣٠
- الأنهار ص ٢٣٣

الصُّخُورُ الْمُتَحَوِّلَةُ

في صناعة الخَبْر يُعَجَّنُ القَلْحِينُ والخَمِيرَةُ والماءُ معاً ثُمَّ يُخَبَّرُ (يُسَوَّى) العَجِينُ في فُرْنٍ حَارٍّ، وبطريقةٍ مُماثلة، تُحوَّلُ الحرارةُ وضغطُ الصُّخُورِ القويُّ طبيعةَ الصُّخُورِ تحتها؛ وتُسَمَّى هذه عمليةُ التَّحوُّلِ. هنالك نوعانِ رئيسيان من الصُّخُورِ المتحوِّلة، أوسعها أُنْتِشَاراً الصُّخْرُ الإقليميُّ الديناميُّ التَّحوُّلِ. ويُطالُ هذا النوعُ كُتلاً ومقاديرَ ضخمةً، ويقعُ في قَلْبِ سلاسلِ الجبالِ وفي أعماقِ قشرةِ الأرضِ. ويُعرَفُ النوعُ التالي بالصُّخْرِ الحراريِّ (الشماسيِّ) التَّحوُّلِ، ويتكوَّنُ بالحرارة من صخرٍ بُركانيٍّ مُجاوِرٍ عندَ تماسِّ الصُّخْرَيْنِ؛ ولا يُطالُ هذا التَّحوُّلُ إلا كُتلاً ومقاديرَ محدودةً لا تتجاوزُ سماكتها بضعَ سنتيمتراتٍ.

الرُّخَامُ

الرُّخَامُ نوعٌ من الصُّخْرِ الحراريِّ المتحوَّلِ، ينشأُ بتأثيرِ الحرارةِ على الحجرِ الجيريِّ، وهو مادةٌ بيضاءٌ ولينةٌ خدابةً بفضلِ تشبُّهه الناعمةِ وبنيتهِ المُغايرةِ تماماً لما به من شوائبٍ. فمن الرُّخَامِ ما هو أبيضٌ كالثلجِ أو مُعَرَّقٌ باللونِ أو الأحمرُّ أو الأخضرُ أو الرماديُّ.



رُخَامٌ

يتلخَّرُ تركيبُ الصُّخُورِ بالتَّحوُّلِ المعدنيِّ. ويلتجِ هذا التَّحوُّلُ بفعلِ الموائجِ الحارَّةِ المُثقلَةِ من مُركَّباتٍ بُركانيَّةٍ.

بنشأً القَطُونِيَّةِ، وهو صخرٌ مُتحوِّلٌ من تَحَرُّكاتِ أحدِ الطبَّوَعِ.



أردواز

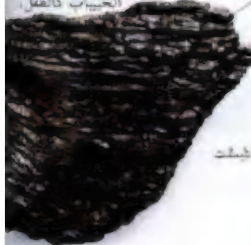
التَّحوُّلُ القَلْبِيّ يُنشِئُ بعضَ المعادنِ المُلوَّنةِ جُزئياً فقط.

المعادنُ المُتحوِّلةُ تتراصُّ في اتجاهِ الضغطِ.

الصُّخُورُ المتحوِّلةُ المعينةُ تُظهرُ علاماتَ انضغاطٍ، لا إجهادٍ مُركَّبةٍ.

الأردواز

الأردوازُ صخرٌ رَماديٌّ داكنٌ، بَرَّاقٌ، يتخلَّلُ بسهولةً إلى شرائحٍ رقيقةٍ، بسببِ خُشونةِ من بلوراتِ السِّبَاكَ المُستطِبةِ المُتشكِّلةِ بهِ بالتَّحوُّلِ. وهو صخرٌ إقليميٌّ مُتحوِّلٌ خفيفُ اللونِ، يتكوَّنُ من تَحوُّلٍ صخريِّ دقيقٍ المُشَبَّهِ كالقَطَلِ.



شِبْت

الشُّبْت

الشُّبْتُ صخرٌ إقليميٌّ مُتحوِّلٌ عالي الرُّبَاةِ مُتعدِّدُ الأنواعِ ومعادنُ الشُّبْتِ زُرِّيَّةٌ أو مُزَاجِيَّةٌ التَّرتيبِ كاملةً التَّحوُّلِ.

تتألَّفُ قشرةُ القارَّةِ المُحتضِنةِ من صُخُورٍ إقليميَّةٍ مُتحوِّلةٍ عاليةِ الرُّبَاةِ.



مَلِيس

الثَّانِس

الثَّانِسُ أعلى رُتَبِ الصُّخُورِ الإقليميَّةِ المُتحوِّلةِ، تتَّصِلُ معادنُ في طَبَقٍ مُتَشَبِّهَةٍ بتصدُّعِ الثَّانِسِ في كُلِّ الاتجاهاتِ، إلا على أُمْدَادِ الطَّلُوعِ، كما هي الحالُ في الشُّبْتِ والأردوازِ.

تَكوُّنُ الصُّخُورِ المُتَحَوِّلَةِ

الضَّغْطُ والحرارةُ في أعماقِ الأرضِ يَهْضِمَانِ الصُّخُورَ الرُّسُوبِيَّةَ والبركانيَّةَ المُتواجِدةَ ويُشَوِّبَانِها لِتَكوُّنِ الصُّخُورِ المُتَحَوِّلَةِ. ويُعبَّرُ هذانِ العاملانِ مُختَلي الصُّخْرِ المعدنيِّ بصورةٍ كاملةٍ أحياناً كما هي الحالُ في الثَّانِسِ، الصُّخْرِ المُتحوِّلِ العالي الرُّبَاةِ. وأهميَّةُ هذا التَّحوُّلِ هي في تَغْيِيرِ التركيبِ المعدنيِّ للصُّخْرِ في الحالةِ الحامِدةِ، فلو أنشهرَ الصُّخْرُ فقط ثُمَّ تَصَلَّبَ ثانياً لَطَلَّ صَخْرًا بُركانيًّا. والصُّخْرُ الإقليميُّ المتحوِّلُ لا يتكوَّنُ إلا بعدَ ملايينِ السنينِ من التَّحاثِ.

استِعمالاتُ الأردوازِ

استِخدامُ الأردوازِ كمادَّةٍ لِنُقْشٍ أو كسِتَيعٍ أَثَلَسٍ لِلشُّبُورَاتِ الخُضْفِ سَنَامِيَّةِ المادَّةِ الحديديَّةِ. يَبْزُغُ الأردوازُ المُهمَّةُ هي شُهْرَةُ الثَّقَلِ، وذلكَ بِفضلِ بُدُورَاتِهِ المُتَكَوِّنةِ المُستطِبةِ.



سَقَلَتْ مَنَازِلُ مِنَ الأردوازِ بِبريطانيا.

لِزِيْدٌ مِنَ المَعلُومَاتِ الظُّلُرِ

- تَغْيِيراتُ الحالةِ من ٢٠
- لُشُورُ الجبالِ من ٢١٨
- الصُّخُورُ البركانيَّةُ من ٢٢٢
- الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ من ٢٢٣
- النُّقُوعَةُ والنُّشُاطُ من ٢٣٠
- حُطائقُ ومَعلُومَاتُ من ٢٤٥

الأحافير

الرَّهْرَةُ المَكْبُوسَةُ بين طَيَّابٍ كِثَابٍ ثَقِيلٍ، أو في مَكْبَسٍ أَزْهَارٍ يُحَقِّطُهَا لِعِدَّةِ سَوَاتٍ، كَذَلِكَ تَعْمَلُ الصُّخُورُ عَلَى حَقِّطِ النَّبَاتَاتِ وَالْحَيَوَانَاتِ كَأَحْفَافِيرِ. وَالْأَحْفُورَةُ هِيَ بَقَايَا كَائِنٍ عَاشَ فِي زَمَنِ غَابِرٍ، حَقِّقَتْ فِي الصُّخْرِ؛ وَقَدْ تَكُونُ جِسْمًا بِكَامِلِهِ، أو عَظْمَةً وَاحِدَةً، أو مُجَرَّدَ آثَارِ أَقْدَامٍ. تُرَوَّى لَنَا الْأَحْفَافِيرُ قِصَّةَ الْحَيَاةِ فِي الْمُصَوِّرِ الْغَابِرَةِ، كَمَا تُسَاعِدُنَا فِي تَأْرِخِ الصُّخُورِ وَالْبَيِّنَاتِ الْقَدِيمَةِ. فَفِيهَا نَتَبَيَّنُ مَسَارَاتِ الْمَامُوثَاتِ (الْفِيلَةِ الْمُنْفَرِضَةِ) فِي قَفَارِ الثَّنْدَرَا فِي الْعَصْرِ الْجِلْدِيِّ مِنْذُ

بَضْعَةِ مِلْيَافِينَ سَنَةٍ، وَالدِّينُصُورَاتِ الَّتِي سَادَتْ

الْعَالَمَ قَبْلَ ذَلِكَ بِمِئَاتِ مِلْيَافِينَ السَّنِينَ. كَمَا تَبَيَّنُ أَنَّ جَمِيعَ أَشْكَالِ الْحَيَاةِ قَبْلَ ذَلِكَ بِأَزْمَانٍ كَانَتْ فِي الْبَحْرِ. إِنَّ كَثْرَةَ مِنْ تِلْكَ الْكَاتِنَاتِ حَقِّقَتْ بَقَايَاهَا فِي الْأَرْضِ كَأَحْفَافِيرِ.

هَذِهِ لَحْدٌ لِرَوَاتِي النَّبَاتِ فِي الطَّنْفِ تَارِكَةً هَيْلًا رَافِقًا مِنَ الْكَرْبُونِ بِشَكْلِ الْوَرَقَةِ الْأَخْضَرِ. وَإِنَّا مَا جَدْنَا هَذَا الْغَابِطَ بِكَامِلِهِ، فَالْبَاقِي هُوَ فَصٌّ حَقِيرٌ،

الْجِلْدَانِ الْبَقَايَا الْأَصْلِيَّةُ بِكَامِلِهِمَا، هَذِهِ يَمْرُقٌ جَدِيدٌ فِي الصُّخْرِ يُعْطِي قَائِدًا غَائِبًا

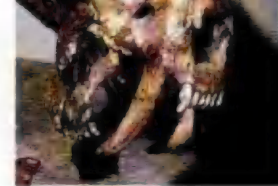
أَمَّا الْغَابِطُ بِالْعَادَةِ

لَاخِطًا فَإِنَّهُ يُنْشِئُ

أَحْفُورَةً

تَدْعِي شَيْئًا أو

مُتَحَوِّلَةً.



بِزَيْدٍ سَيْغِي النَّابِينَ

عِنْدَمَا يَرْتَدُّ هِيَ كُلُّ طَعْمٍ مُتَحَوِّلًا بِالْكَامِلِ. فَهَذِهِ تَرْتَدُّ وَتُسْتَدُّ فِي مَنَاطِقٍ وَيُغْرَضُ لِلْعَمَلِ. بَيِّنَ ذَلِكَ هَذَا الْهَيْكَلُ الْعَظِيمُ الْأَحْفُورِيُّ لِبَيْزِ سَيْغِي النَّابِينَ وَجَدَ فِي عُمِّ الْقَفَارِ فِي لُوسِ الْجِلْدَرِ، كَالْغُورِيَا، بِالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ

لَزَيْدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْفُظُرِ

الْكَرْبُونِ ص ٤٠
الصُّخُورُ وَالْمَعَادِنُ ص ٢٢١
الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ ص ٢٢٣
الصُّخُورُ - سَلَطَاتِ جِيُولُوجِيَّةِ ص ٢٢٦
الْجُتْرَةِ وَالشَّجَرَاتِ ص ٢٣٠
حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٢٤٥

أَقْدَامُ الْأَمْرِ لَا تَحْوِي أَجْزَاءً مِنَ الْكَاتِنِ الْأَصْلِيِّ. إِنَّمَا هِيَ بَقَايَا لَثَارِ تَدَلُّ عَلَيْهِ. وَقَدْ تَشَتَّلَ هَذِهِ الْأَحْفَافِيرُ قِصَّةَ حَيَاتِهِمْ كَالَّتِي تَرَاهَا فِي الصُّورَةِ الْمُقَابِلَةِ. وَهِيَ وَجَدَتْ فِي صَخْرِ رَقْمِي فِي ثَوْبِيكَتِ، بِالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ. كَذَلِكَ يُحَسِّنُ الرُّبُودُ الْقَدِيمِ الْمُحَقَّقُ طَرِيقًا مِنَ الْأَحْفَافِيرِ يَدْعُوهُ غُلَامَةُ الْجِيُولُوجِيَّةِ لِنَحْوِ مُنْخَرِجَاتِ الْكَرْبُونِ.



الْحَيَاةُ الْمُتَحَيِّضَةُ فِي صَنْعَةِ الشَّجَرِ تُحَقِّقُ بِكَامِلِهِمَا عِنْدَمَا يَتَوَلَّى الْمَطْفِئُ إِلَى كَثَرَتِهِمَا.

أنواع الأحافير

هَذَاكَ أَنْوَاعٌ عَدِيدَةٌ مِنَ الْأَحْفَافِيرِ الْمُحَقَّقَةِ، وَتَأْوِيلًا مَا يُوْجَدُ الْحَيَوَانَاتِ أَوْ النَّبَاتِ بِكَامِلِهِ. وَغَالِبًا مَا يَكُونُ الْهَيْكَلُ الْمَطْفِئُ مِنْهُ هُوَ الْمَتْنَفِي - وَفِي هَذِهِ الْحَالِ كَثِيرًا مَا تَكُونُ الْمَعَادِنُ قَدْ حَلَّتْ فِيهِ مَحَلَّ الْمَادَّةِ الْأَصْلِيَّةِ. أَمَّا إِذَا كَانَتْ الْمَادَّةُ الْمُحَقَّقَةُ قَدْ تَعَيَّنَتْ وَأُنْشِئَتْ بِكَامِلِهَا، فَيَقْبَلُ قَطْعًا نَحْوِيَّتِ أَحْفُورِيٍّ يُشَاكِلُ الْأَصْلَ الْمَتْنَفِي.

أَشْكَالُ سِلْكِ الْقَرْشِ شَلْبَةً وَثَنَةً. لَهَا تَقْيُّ شَوْشَا تَدَلُّ. خِلَافًا لِبَاقِي الْهَيْكَلِ (الْمُتْرَوِّقِ).



ماري أنغ

مَارِي أَنْغ (١٧٩٩-١٨٤٧)، مِنْ فُورْتِيسِتِ بِجَنُوبِي الْإِنْجِلَازِ، كَانَتْ شَدِيدَةً الْإِهْتِمَامَ بِالْأَحْفَافِيرِ، وَأَصْبَحَتْ إِحْدَى أَشْهُرِ جَامِعِي الْأَحْفَافِيرِ الْمُحَقَّقِينَ الْأَوَّلِينَ. وَهِيَ مَعَ شَقِيظَتِهَا جُورْجِسَ، كَتَبَتَيْنِ. عَمِلَا عَلَى أَوَّلِ هَيْكَلٍ عَظِيمٍ كَامِلٍ لِزَاحِفِ سَبَّاحٍ يُدْعَى الزَّاحِفُ السَّمَكِيُّ (الْإِكْتِيُوسُورُ).

الْحَيَوَانَاتُ الْأَحْفُورِيَّةُ (الْمُتَحَيِّضَةُ) الَّتِي تَتَوَلَّى بِشَرَعَةٍ، وَتَنْتَشِرُ فِي مَنَاطِقٍ وَاسِعَةٍ مِنَ الْعَالَمِ، هِيَ الْأَكْثَرُ تَلَقَّا فِي تَأْرِخِ الْمَسْتَوْرِ، وَالْأَمُونِيَّةِ، وَهِيَ أَحْفُورَةُ حَيَوَانٍ أَسْطُورِيٍّ الشَّكْلِ فِي صَدْفَةِ حِلْزُونِيَّةٍ، مِثْلَ جَمْعٍ عَرِ تِلْكَ الْكَاتِنَاتِ.

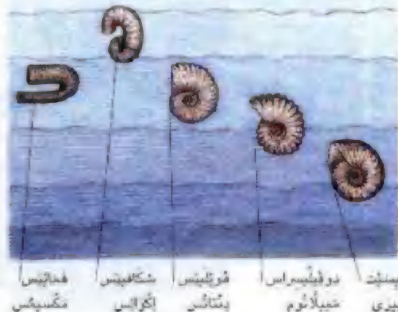
يُسَاعِدُ الْأَمُونِيَّةِ فِي تَأْرِخِ الطُّخُورِ.



مَجْمُوعَةُ أَمُونِيَّةِ فِي عَمْرِ طَبَقَتِيَّةٍ أَحْمَرٍ

التأريخ الأحفوري

الْأَحْفَافِيرُ تُسَاعِدُ فِي تَأْرِخِ الصُّخُورِ. فَإِذَا خَوَّى الصُّخْرُ أَحْفُورَةَ حَيَوَانٍ، نَعْرِفُ أَنَّهُ عَاشَ خِلَالَ عَصْرِ مُعَيَّنٍ. عِنْدَئِذٍ يُكَمِّنُنَا تَأْرِخُ الصُّخْرِ مِنْ ذَلِكَ الْعَصْرِ. وَإِذَا وَجَدَتْ فِي ذَلِكَ الصُّخْرِ أَحْفَافِيرُ عَدِيدَةٌ مَعْرُوفَةٌ التَّوَارِيخُ، بِصُغْرِ التَّوَارِيخِ أَكْثَرُ دَقَّةً؛ ذَلِكَ لِأَنَّ الصُّخْرَ يَكُونُ قَدْ تَكُونُ وَتَرَكْتَ أَثَرًا مُعَاقِبَ تِلْكَ الْعَصُورِ.



الصخور سجلات جيولوجية

الصخور التي نشاهدها حولنا اليوم زاهرة بأحافير دلالية من الماضي تُسجل الكثير من تاريخ الأرض، كأنها صفحات في كتاب. ولما كانت طبقات الصخور الرسوبية قد ترسبت، على الزمن، بعضها فوق بعض، فإن الطبقات السفلى هي بالقطع الأقدم عهداً. والجيولوجي الخبير، بتحريه هذه الطبقات بالدرس الدقيق، تتبين له الظروف الحياتية والبيئية التي ترسبت فيها كل طبقة. فتركيب الصخر وبنية ومحتواه الأحفوري ترسم، بمجموعها، صورة لبيئة معينة في الماضي.

السحق. إن دراسة الصخور هذه تدعى علم وصف طبقات الأرض، أو الجيولوجية التاريخية.



لا توافق طبقة في صخور الأحاديث العظيم (العراند كليون) في أريزونا، بالولايات المتحدة.

لا توافق (طبقي)

إن أي انقطاع في توالي الصخرية يُدعى لا توافقاً. وهو يحدث عندما ترفع طبقة صخرية لتكون سلسلة جبلية، ثم تصبغ بالحد والتجوية سطوحاً شتى ثم تغطى بالترسب فوقها. وهذا يحدث كثيراً في سجل تاريخ الأرض.

تعاقب الصخور

يسمى تاريخ متطوّر ما من توالي صخورها وتعاقبها. فإذا لم يتغير عمود الصخور أي اضطراب، تكون طبقات الصخر السفلى، حشاً، هي الأقدم والطبقات الأعلى هي الأحدث عهداً - وهذا هو مبدأ التصانيف التراكمي. وهكذا فإن طبقات الصخر تُمثل قصوراً تعاقبت وأجدها بعد الآخر. وهذا التمدد يحكي قصة بحر ضحل عمرة دلتا نهر بالزمن ثم عدا في النهاية صحراء.

اكتشافات

١٦٥٠ الشطراش أشر من إيرلندا يُخدّد العام
١٧٠٤ م. تاريخاً لحالي الأرض
١٦٦٩ عالم المعادن الهولندي غيولاس
جينو، يلاحظ أن الصخور الرسوبية
تكوّن في البحر وأن سطح البحر
بالتالي، يتغير دوراً
١٧٨٨ عالم الجيولوجي الاسكتلندي،
جيمس هوتون، يقرّر أن الصخور الرسوبية
تكوّن بالتحاوت والترسب
١٨٣٠-١٨٣٣ العالم الجيولوجي
البريطاني، السير شارل لابل، ينشر كتابه
«مبادئ الجيولوجية»، يقول فيه إن
العوامل المأثرة في سطح الأرض حالي
ثم تتلفع طوال جمع مراحل تاريخ
الأرض.

العلامات التجارية

التشخيص المُستعمل (المعروف بالعلامات التجارية) في طبق من الحجر
الزئلي، يُسمى أن الزئلي قد
ترسب في نهر، وأن نهر النهر
المُستعمل قوّن «الأسنة الزئلية»
الباقية.

علامات تجارية واسعة النطاق في
صخور ويلز الزئلية في
سايبكس، ويلز.

كسيتات الزئلي الكؤيرة لتتبر
ألمها أنصفت بالزئلي.
وهي قد تتوالت
بالحجرة
أصلاها من
أكسيت الحديد.
المكسيت يعلل
هواء الصحراء الجاف.

البيئة الصحراوية

في الصحراء، تنهب الرياح الزئلي من
مكاني إلى آخر (يستقر مؤقتاً في غيابة
رملية). وتتسبب قوّن حبيبات الزئلي
بالاحتكاك فيحدّد منحوتها من الحديد
بأكسيت الهواء فتشويهها حفرة متغيرة.



بيئة دلتاوية

في الدلتا، تحلب دوافع النهر الزئلي إلى
البحر، فتتغير قراوات السحي التوجيه
وتكوّن جزراً تنمو فوقها النباتات، الكثر
هذه الجزر هي جزر مؤقتة لأن غالباً ما
تغمرها البحر لاحقاً.



الأحافير في الصخور

بعض الحيوانات لا يستطيع العيش إلا في
أحوال بيئية معينة إن وجود مثل هذه
الأحافير في طبق صخرية يُسمى علماء
الجيولوجية عن الظروف التي تكون فيها
ذلك الصخر.

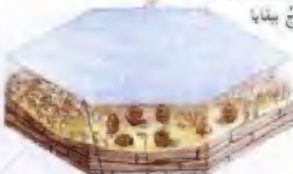
الصخر
الأحدث عهداً هو
طبقة مسيكة من الحجر
الزئلي الأحمر، وهذا
دليل على بيئة صحراوية.

الحجر الزئلي المُصنّف المُثلثي
وهذا يحدث من تحرك كتل
الزئلي بعضها فوق بعض.

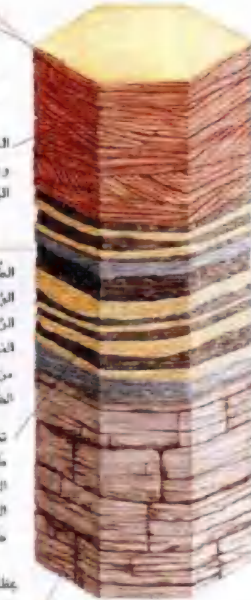
الطفر يتكوّن من
الزئلي، والحجر
الزئلي من زئلي الطغاف
الذهرية، والقسم الحجري
من النباتات النامية في تلك
الطغاف.

تتواجد فوق الحجر الكسيت
طبقات رقيقة من الطفر
الطري والحجر الكسيت
الرمادي المشكّل مع بعض
طبقات من الفحم الحجري.

عظام دينوصور وجدت في توتاه
بالولايات المتحدة الأمريكية.



كربونات الكالسوم
المأثرة في الماء
تترسب كقراوة من
البثورات البيضاء
البيضاء على قاع
البحر.



أقدم الصخور تتواجد في
القاع - كطبقة مسيكة
من الحجر الكسيتي
(كربونات الكالسوم)
حافية بالأحافير
الطغافية، مما يُلهم أن
المنطقة كانت مغمورة
بماء البحر.

بيئة قاع البحر

إذا كان البحر دافقاً وضخماً، وثيراً وتبدد، ترسب
كيمياويات مياه البحر على قاعه، ويترسب بقايا
الحيوانات التي عاشت هناك.



جيمس هتشن

كان الاسكتلندي جيمس هتشن (١٧٩٧-١٨٨٣) مؤرخاً جيولوجياً فذاً. فقد نشر في العام ١٧٩٥، كتاباً بعنوان «نظرية في علم الأرض» بين فيه أن معالم الأرض تتطور وتتنوع على مدى القديد من السنين بفعل تغيرات لا تزال ماعلة في الوقت الحاضر. كما أرنأى أن ليس هناك علامات تدل على بداية الأرض، ولا دلائل مستقبليّة على نهايتها.



العصر الطباشيري

استمرّ العصر الطباشيري من ١٤٦ مليون إلى ٦٥ مليون سنة قبل العصر الحاضر. تميّزت في الأرض بظلال الزواحف الضخمة، وفي أنفصت معظم القارات الحديثة عن كتلة اليابسة الأم «البانجيا» ولغمرت الكثير منها بحار طابيرية ضخمة.



العصران الثلاثي واليوريستي

امتدّ العصران الثلاثي واليوريستي من ٢٥٠ مليون إلى ٢٥٦ مليون سنة قبل العصر الحاضر. وكانت الزواحف قد أخذت بالتطور على الأرض، كما بدأت أمّ الفارّات بالتحكّم وتراجعت الصحارى لتحل محلها الغابات والمستنقعات.



العصران الكريوتي واليوريستي

امتدّ هذان العصران من ٢٦٣ مليون إلى ٢٥٠ مليون سنة قبل العصر الحاضر. وفيهما تمّ تنعّم الفارّات لتأبى كتلة اليابسة الكبرى (البانجيا أو أمّ الفارّات) في ونسب الغابات (التي كوّنت القسم الحالي) في الدلتاوات حول ما تكون من جبال وضاخر.



العصر الديوني

عامّ العصر الديوني من ٤٠٩ ملايين إلى ٣٦٣ مليون سنة قبل العصر الحاضر. وفيه بدأت الفارّات بالتحرك بعضها نحو بعض، ولغمرت حيوانات اليابسة الأولى كالصراوات والبرمائيات؛ كما زحزحت البحار بالأسماك.



العصران الأروفيستي واليوريستي

امتدّ هذان العصران من ٥١٠ ملايين إلى ٤٠٩ ملايين سنة قبل العصر الحاضر. وفي ذلك الزمن، ازدهرت الحياة البحرية وظهرت الأسماك الأولى. كما أخذت نباتات اليابسة الأولى تنمو حول الشواطئ وتضيق الأنهار.



العصر الكمبري

امتدّ العصر الكمبري من ٥٧٠ مليون إلى ٥١٠ ملايين سنة قبل الوقت الحاضر. وفيه لم تكن الحياة قد بدأت على اليابسة، لكنّ مختلف أنواع الحيوانات البحرية كانت متواجدة؛ والحيوانات الطليقة النحار منها هي التي كوّنت الكثير من أحافير عصرنا الحاضر.



العصر قبل الكمبري

هذا العصر هو أطول الأزمان الجيولوجية أمداً، إذ يشقّ سبعة أزمان تاريخ الأرض حتى ٥٧٠ مليون سنة قبل الوقت الحاضر. وهو ينقسم إلى عشرين: الأزمن الباكر الذي لم تتواجد فيه حياة، وعصر طلائع الأحياء حيث بدأت بعض أشكال الحياة بالظهور.

العصر الرابع

الزمن، منذ ١,٦٤ مليون سنة حتى الوقت الحاضر. يدعى العصر الرابع - ويملأه حدث العصر الجليدي وتطور الإنسان (أنظر الرسم الشفافي).



العصر الثالث

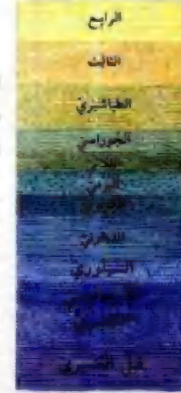
الزمن الممتد من ٦٥ مليون حتى ١,٦٤ مليون سنة خلت، يدعى العصر الثالث. ويملأه ظهرت الديونات (الثدييات) والطيور لتحل محلّ الديصورات والزواحف الضخمة الأخرى التي انقرضت أو كانت كما تراجعت الغابات لتحل محلها الشجيرات وأصبح المناخ أبرد.

الأزمة الجيولوجية

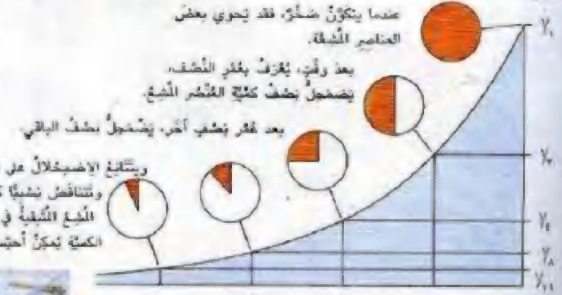
يمكن توقّعت الأحداث في تاريخ الأرض بإحدى طريقتين. الطريقة الأولى والنفسية هي التاريخ المقارن، حيث يؤخذ الحدث قبل أو بعد حدث آخر. أما الطريقة الأخرى فهي التاريخ المطلق حيث تعقّى الأحداث تواريخ فعلية محدّدة. لكنّ التاريخ المطلق غير جدّد، إذ إن حدود الأزمة المحدّدة هكذا قد يتغيّر مع كلّ بحث جديد تكتشف.

عمر جيولوجي

كما تؤرّخ تاريخ البشر بشمّة العصور بأسماء أحدث شهيرة فيها، كالعصر قبل كولوموس، كذلك نقسم الزمن الجيولوجي إلى عصور تتناوّل الحياة السائدة في تلك العصور. وتُسمّى هذه العصور بما في حطب جيولوجية.



كتلة
شفيفة
شفيفة



التاريخ الإشعاعي

في معظم الصخور توجد كمّيّة شديدة من العناصر المشعّة، ومع مرور الزمن، تتفكّك هذه إلى عناصر أكثر استقراراً. ولما كان العلماء يعرفون تعقّل تفكّكها بالشفط، فإنّه يمكن أحسبات عمر الصخر من نسبة العناصر المشعّة المتبقّية التي تحويها. دكلاً تصادف كتلة تلك العناصر، يكون العمر أقصر، وبهذا نرى من أنواع التاريخ المطلق.

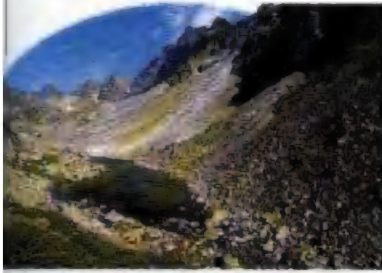


لمزيد من المعلومات انظر

- الشفط الإشعاعي (الفاعلية الإشعاعية) ص ٢٦
- بنية الأرض ص ٢١٢
- الصخور والمعادن ص ٢٢١
- الأحافير ص ٢٢٥
- التحويّة والشفط ص ٢٣٠

الجليد والمثلج

إذا كُثِبت قَبْضَةٌ من الثلج فإنها تتماسك وتصلب - ذلك لأن ضغط اليد يُحوِّل جُسيمات الثلج إلى بلّورات جليدية. ويحدث الشيء نفسه عندما تترامم كتل الثلج الضخمة بعضها فوق بعض، مُحَوِّلَةً الطبقات التحتية، بضغطها، إلى جليد. وقد يحدث هذا في وادٍ جبلي أو سَمْعٍ تَطْلُلُهُ سِلْسِلَةٌ جبليّة، حيث يترامم الثلج، دون أنصهار، سنةً بعد سنة. فيكوّن الثلج المضغوط في التجاويف كتلاً جليدية، تتحرّك ببطء نحو السفوح الأخفض تُعرَفُ بالمثلج. وفي القارّات الباردة، يترامم الجليد مُكوِّنًا قَلَائِسَ جليدية ضخمة.



بحيرة على ارتفاع ١٨٠٠ م في وادي فلتا سكوديفاء، نرويج.
بشبيكوسلوفاتسكا.

بُذُ المثلجة

تَبْدَأُ مِثْلَجَاتُ الأودية ضِعْماً كبيراً على فاعدة الوادي وجوانبه فتتجلىها. وعندما ينصهر الجليد لاحقاً يبدو الوادي لَوْنَهُ الشكلي - عمودي الجانبين مُستطاع الفاع.

مِثْلَجَةٌ وديانية

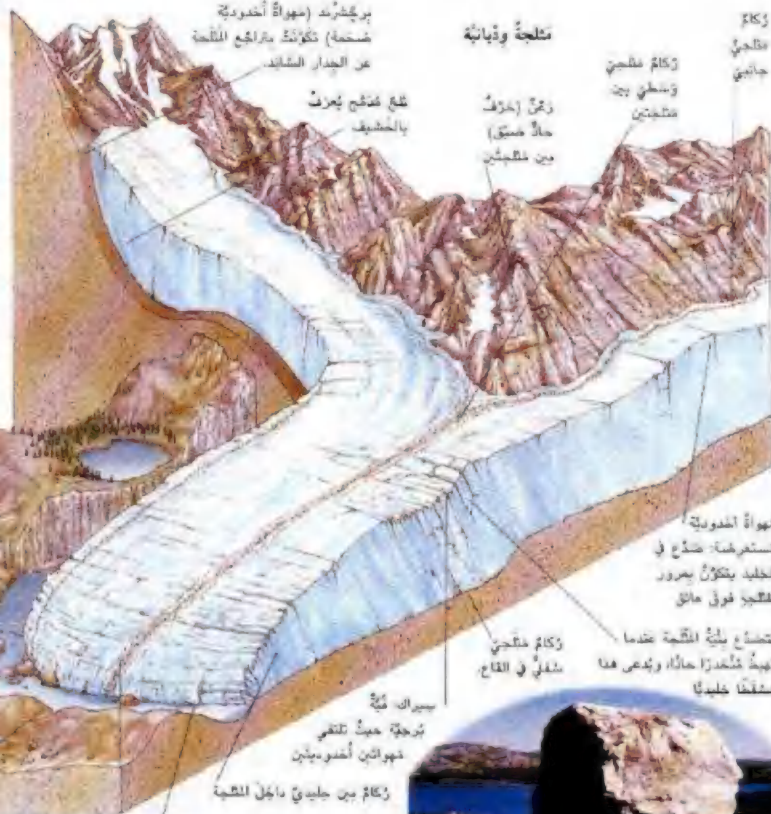
يبدأ جليد المثلجة بالتحرك تليسا نظيراً مُعْطَش بالثلج، لكنه سرعان ما يتصدّع ويتلّصق بكتات الصخور المُتَأَثِّل من جوانب الوادي. أما طرف المثلجة السُفْلِي (أو الخلف) فيبدو أكثر اتساعاً لأن بعض الصخور الدونية تظهر الآن على السطح. كما إنّ الهجاش والأفلاك التي تحفرها مياه الانصهار في الجليد، تترك في أساسه.



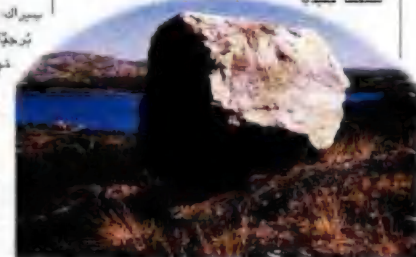
الوادي المُعْطَش والوادي
صغير شريك بعد أن تلتصق
الوادي النوني الأكبر.
وكتام جليدي
طرفي كتل بعد
تراجع الثلجة.



المثلجة "تلتصق" جليداً جليداً
لحركات
الأمواج والحد
تضيق خطم الثلجة.



هذه الجليدات خلت
مثلجة في شرفي
جريتلتد.
كثيف جليدي تاكل
بمياه الانصهار
يبقى على السطح بعد
انصهار الجليد



الأنقاض الجليدية

المراد الصخرية التي تلتصقها المثلجات وتحملها معها ثم تُخَلِّقُها بالانصهار لدى زكاتها جليدية. وقد يحوي الزكات كُتُومًا من الصخر أو جلاية ضخمة كانت قد حُملت لعدّة أسيال. إنّ مُعْطَشَ طَبَقَةِ الأرض في يَنْفِثَ الكرة الشماليّة قد تنفّست من الرّمَم الجليديّة التي سَلَّطَها المثلج بعد المعصر الجليديّة.

جبال الجليد في نصف الكرة الشمالي

عندما تصل المثلجة إلى النهر، غاشية على أمتداد سواحل جرينلند، يمارجها النهر والجزر والأمواج صخرة ومبركا، متصدّغ (وتتولد) منها بؤع ضخمة تعفر بعيداً كجبال جليدية.

العُصُورُ الْجَلِيدَةُ

في أزموت مُعْتَبَةٌ من تاريخ الأرض،
تَشُدُّ بِرُوءَةِ الشَّامِخِ وَبُوءَةِ الْأَرْضِ غُطَاةَ
جَلِيدِي شَامِخٍ. وَتُعَرِّفُ هَذِهِ الْأَرْضُ
بِالْعُصْرِ الْجَلِيدِيَّةِ. وَبَقَدْ أُنْشِئَتْ
مَنْذُ ١.٦ مِلْيُونِ سَنَةٍ وَأَنْشِئَتْ مَنْذُ
١٠.٠٠٠ سَنَةٍ. وَكَانَتْ قَدْ حَدَّثَتْ
عُصُورَ جَلِيدِيَّةٍ أُخْرَى سَالِفًا -
مِنْهَا أَرْبَعَةٌ فِي عَصْرِ مَا قَبْلَ
الْعَصْرِ الْكَمْبَرِيِّ وَوَاحِدٌ فِي الْعَصْرِ
الْأُرْدُوِيَّةِيِّ وَأَخْفَرُ فِي أَوَاخِرِ
الْعَصْرِ الطَّبَاشِيرِيِّ وَأَوَّلِ
الْعَصْرِ الْجَرْمِيِّ.

لويس أچاسيز

كان السويسري، لويس أجاسير، أول من أدرك حدوث قصور جلديته سائلاً. فقد لاحظ أن بعض معالم طبيعة الأرض في سويسرا قد كُتبتا النتائج. ثم شاهد معالم متماثلة في اسكتلندا حيث لا تتواجد نتائج حالياً. فاستنتج أن اسكتلندا كانت مغطاة بالجليد في زمن ما سابقاً.

لوپس اچاسیز (۱۸۷۳-۱۸۰۷)

هَلَاءُ جَلِيدِي

أقصى الشمال وأقصى الجنوب، تتراكم الثلوج فوق
قارية مشكّلة أعظم، أو لانس جليدية، تتحرك
والخارج لا نحو الفلوج كسالمج الأودية.
عطالان الجليديان الرسبيان هما الفلوسوة
جليدية في القطب الجنوبي والفلوسوة
جليدية في جرينلند، وهما يؤلمان
في المنة من مياه الأرض الحديثة.
نأن الثلوج في وسط القارة
أخذ طريقها في نهاية المطاف
الحافة كجليد.

جبل يارد من الغطاء جبلاً جليدياً شتلياً
الجليدي كدروي صخرية شتلياً
صخر عاز من الجليد بفعل
الرياح الشائعة

وَكَاثِمٌ جَلِيدِي تَحِيْلُهُ جِبَالُ
الْجَلِيدِ مُسَلَّاتٌ شَاسِعَةٌ
وَتُسْقِطُهُ عَلَى قَاعِ الْبَحْرِ

ذَوْنُ الْجَلِيمِ الَّذِي يُرْحِمُهُ الْمَدُّ وَالْجَرْدُ
يُفْتَضِلُّ جَرْدًا مُهِمًّا مِنْ طَائِفَةِ الْمَدِّ الْعَالِيَةِ.

جبالٌ جليديَّةٌ غريضة مُستطحة القدم

جبال الجليد في نصف الكرة الجنوبي
جبال الجليد في المحيط الجنوبي المنباعدة من الأصفى الجنوبية للكرة
القطبية عريضة ومستطحة، وقد يبلغ طولها عدة مئات من الكيلومترات
وتنفي عدة سنوات قبل أن تنضج. وغالبا ما يجري تبقيها بالشوايل
للمساعدة في تشكيل صورة عن محيطات العالم.

229

الحظ الزمني
للعصر الجليدي

[illegible]

العالم في العصر الجليدي اليلسوسيني العالم في الوقت الحاضر



العصر الجليلي البيزنطي كان عديم الانعظام جدًا، فقد تقلّصت
تجارة الضالعة التي تراجت بعد بضعة آلاف من السنين، مُقيّمة المجال
الخلفي بين جليلية ذات شُحّ ألقا نسيبًا من شُحّ وقتنا الحاضر. وقد
تكرّرت هذه الدورة (عُظُمًا ونقصًا) ٢٠ مرة خلال ١,٦ مليون سنة
من العصر الحلياني. ولعلّها لا تدبّر بعد تكرر حاليًا في
فترة بين جليلية أخرى

فَلَنْسُوَّةٌ جَلِيدَةٌ

جداوى ميام
الانصهار



أصيف جليدي يتكوّن من القلائس الجليدية المخططة إلى النجوم.

القائِسةُ الجليديةُ

قد يَتلو سطح اللبنة المكتح بالرياح أكثر من
كيلومتر فوق صحر الأديم. وفي القارة القطبية
الجوية يستط حوالى ١٥ سم من الثلج قط في
السنة، لكنها كلها في نهاية المطاف تُصغط جليداً.



لزيادة من المعلومات النظر

الضَّغَطُ ص ١٢٧
الشُّوُّ وَالْفُؤُصُ ص ١٢٩
الشَّجَرِيَّةُ وَالشُّجَرَاتُ ص ٢٣٠
الْأَنْهَارُ ص ٢٣٣
الْبَحَارُ وَالْمُجِيطَاتُ ص ٢٣٤
حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤٦٤

عَلَّمَ جَلِيدِي نَسِيح
مُسْتَقَرِّ مَرْحُفْ سِيَّاهُ
لَحَى النُّحْرُ

التَّجْوِيَّةُ وَالتَّحَاتُّ

يَتَغَيَّرُ سَطْحُ الْأَرْضِ بِاسْتِمْرَارٍ، فَتَحْرُكَاتُ الْكُتْلِ الصَّفَائِحِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ تَرْقُعُ الْجِبَالَ وَيَبْنِي الْقَارَاتِ. وَفِي الْوَقْتِ نَفْسِهِ تَأْكُلُ هَذِهِ السُّطُوحُ الْجَدِيدَةُ ثَانِيَةً قَبْلَى وَتَتَفَتَّتُ فِي عَمَلِيَّةِ التَّعْرِيةِ وَالتَّحَاتِّ الَّتِي تَسَبَّبُ بِهَا عَوَامِلٌ طَبِيعِيَّةٌ عَدِيدَةٌ أَهْمُهَا عَامِلُ الْفُكْسِ. هُنَالِكَ نَوْعَانِ مِنَ التَّجْوِيَّةِ - طَبِيعِيٌّ وَكِيمَاوِيٌّ. فَالتَّجْوِيَّةُ الطَّبِيعِيَّةُ تَسْمَلُ فِي كَسْحِ الرِّيحِ، وَجَرَفِ الْأَمْطَارِ، وَشَدِّ الْجَافِيَّةِ. أَمَّا التَّجْوِيَّةُ الْكِيمَاوِيَّةُ فَتَسْمَلُ بِفَعْلِ أَحْمَاضِ مِيَاهِ الْمَطَرِ فِي إِذَابَةِ الصُّخُورِ.

أثر التجوية والتحات
في الصخور

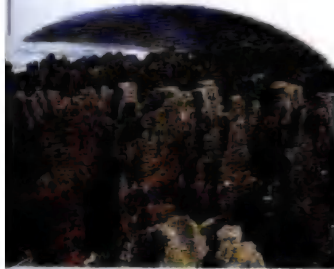


الجبال الميحادية

صخور مسطحة
تُعرف بالروجن
توجد في
يونان، كايكي، الجزيرة
الجنوبية، بنيزيلندا

الثلج المنصهر المتجمد في المناطق الجافة، كالأورو (صخور أيزر)
بأستراليا، كانت قد تأكلت بالتجوية الطبيعية والكيميائية، وتُعرف واجدها
بالميحاد (البيجرج)، فالعز على قفلة تحترق طبقات الصخر السطحية، وتؤدي
التسدد والفتلص يوميًا في التهارات الحارة والليالي الباردة تُسَلِّطُهَا وتُفَلِّطُهَا.

يتساقط
الصخر
خطة مسطحة،
ويُعرف هذا
بالتجوية التفتيرية.



الأعمدة الطويلة الأرضية (الروجن)

الرَّمْلُ الَّذِي تَلَوُّهُ الرِّيحُ يُسَبِّبُ التَّحَاتَّ. فَالصُّخُورُ الْمَكْتَوِّةُ يُسَلِّطُهَا الرَّمْلُ إِلَى أَشْكَالٍ غَرِيبَةٍ فَلَسَاءَ صَقِيلَةٍ. يَتَحَدَّثُ مُعْظَمُ التَّحَاتِّ بِالْقَرَبِ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ فَيَكُونُ جُرْفًا مُعَلَّمةً وَبَنَى صَخْرِيَّةً مُعَلَّمةً كَالْأَعْمَدَةِ الطَّيْلَةِ تَدْعَى رُوجِنَ.

يُشْجِدُ الْعَمُودُ
الصُّخْرِيَّ بِالْفُكْ
شَكْلًا تَطَوَّرَ بِجِ
الْقَرَبِ



يُشِيرُ السَّهْمُ إِلَى أَجْزَاءِ كُتُوبِ الرِّيحِ.

تُشِيرُ الْأَسْهُمُ إِلَى
أَرْتِفَاعِ الرَّمْلِ بِذَوِي الرِّيحِ
وَالِ أَتْجَاهِ أَرْتِفَاعِهِ.

الرِّيحُ الْقَوِيَّةُ تَسْلُطُ
الْحَصَاةَ مِنْ أَحَدِ
جَوَانِبِهَا.

تَدَخَّرُ الْحَصَاةُ
يُخَرِّصُ سَطْحًا
جَدِيدًا مِثْلَ السَّطْحِ

بَلَدِيَّتَاتُ ذَلِكَ الْجَانِبِ يَتَمَلَّ
نَوَارِثُ الْحَصَاةِ فَتَقْلَبُ.

الْحَصَاةُ النَّاتِجَةُ
ذَلِكَ عَدُوُّ أَوْجُو
مُسَطَّحَةٍ صَقِيلَةٍ



صخور فُطْرِيَّةِ الشَّكْلِ

تَتَقَلَّبُ خُشْبَاتُ الرَّمْلِ كَالْكُرَةِ عَادَةً بِالرِّيحِ الْغَرِيبَةِ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ لِقِلْعِهَا. وَنَتِجَةُ لِعَمَلِيَّةِ الْعَطْمِ هَذِهِ يَحْصُلُ مُعْظَمُ التَّحَاتِّ عِصَمَ لَرَأْيَةِ مَرٍ وَاحِدٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ. فَالْقِيَابُ الْفَرِجِيَّةُ الْعَالِيَةُ تُنَحُّ قَرِيبًا مِنْ قَاعِهَا فَتَقْطَعُ، فَتُجَدُّ شَكْلًا مُعَلَّمةً تَقَطَّرُ غَيْشَ الْقَرَبِ، وَتَدْعَى رُوجِنَ.

تأثيرات التَّجْوِيَّةِ

التُّرْبَةُ الصَّحْرَاوِيَّةُ تَرْبِيعُ مِنَ الْقَرَبِ النَّاجِمِ وَالرَّمْلُ وَالْخُصْبُ الْخَشَنُ. تَلَوُّهُ الرِّيحُ الْمَوَادَّ الدَّقِيقَةَ تَارِكَةً الْحَصَى الثَّقِيلَةَ الَّتِي تُشَكِّلُ لَاحِقًا قِشْرَةً مُعَلَّمةً تَوْفَّقُ عَمَلِيَّةَ التَّحَاتِّ.

الرِّيحُ الصَّحْرَاوِيَّةُ

الرَّمْلُ الَّذِي تَسْلُطُهُ الرِّيحُ هُوَ أَعْظَمُ الْقُوَى التَّجْوِيَّةِ فِي الصَّحْرَاءِ، إِنَّ تَلَوُّهُ الثَّيَابِ فِي الْمَنَاطِقِ الصَّحْرَاوِيَّةِ تَحْرِمُ التُّرْبَةَ تَمَاسُكَهَا بِشَبَكَاتِ الْجُدُورِ، إِضَافَةً إِلَى عَدَمِ وَجُودِ مَا يَكْفِي مِنَ الرُّطُوبَةِ لِتِلَاقُفِ الْحَبْسِيَّاتِ بَعْضُهَا مَعَ بَعْضٍ. لَذا تَحْمِلُ الرِّيحُ الرَّمَالَ الثَّانِيَةَ وَتَدْرُمُهَا فِي الْعَوَاصِفِ الرَّمْلِيَّةِ، فَتَسْلُطُ بِهَا الصُّخُورَ وَتَحْتُلُّهَا رَمْلًا يُسْتَعْمَلُ فِي حَتِّ جَدِيدٍ.

خُصَى ثَلَاثَةِ الْقُرْنِ

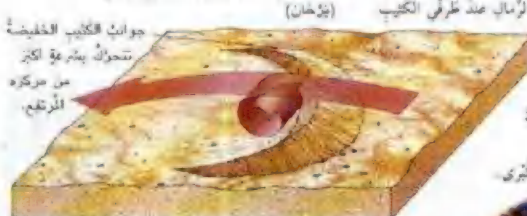
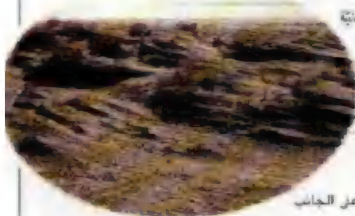
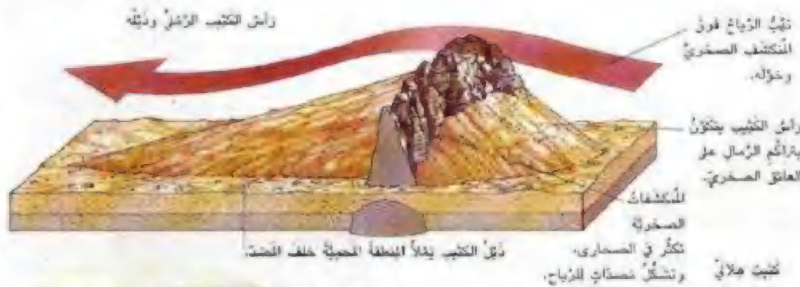
الْخُصَى التَّشْتِيرَةُ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ تَقْلَى سَلْعًا وَمَلًّا شَدِيدًا، يَحْتَضِرُ أَحَدُ جَوَانِبِ الْحَصَاةِ بِسُرْعَةٍ فَتَحْمِلُ نَوَارِثَهَا وَتَعْمَلُ لِيَتَرَكَّ وَجْهُ آخَرُ مِنْهَا لِلشَّمْعِ الرَّمْلِيِّ، فَتَصْبِحُ الْحَصَاةُ أُخْرَى صَقِيلَةَ السُّطُوحِ ثَلَاثَةِ الْقُرْنِ فِي الْعَالِيَةِ. وَتُشِينُ الْقُصَى الْأَكْثَرُ عَلَى الشَّوَارِبِ أَوْ فِي قِيَعَانِ الْأَنْهَارِ الْحَافَةِ هَذِهِ الظَّاهِرَةُ بَوَاضِحٍ.

كُثْبَانُ رَمْلِيَّة

تتراكم الرمال المنزلية، من أتربة الصحراء الشاسعة عادة، أكوامها تُدعى كُثْبَانًا رَمْلِيَّةً. وتُنتقل الرياح هذه الكُثْبَان تدريجيًّا من مكانٍ إلى آخر، تحسُّن المناطق الصحراوية في العالم فقط هي صحاري رملية، تتكوَّن فيها الكُثْبَان بأشكالٍ عديدةٍ مختلفة.

الكُثْبَانُ الهلالية (البرخانية)

اشتهر أنواع الكُثْبَان الرملية هي الكُثْبَانُ الهلالية، وهي أشبهت هذا الشكل لأنَّ سلس الرمال عند طرفي الكتيب تكوَّن في الوسط. وتُنتقل الجماعات الكبيرة من هذه الكُثْبَان الهلالية بنقطة الأرض الرملية الموحدة الشبه بصحة البحر، كما في الصحراء الكبرى.



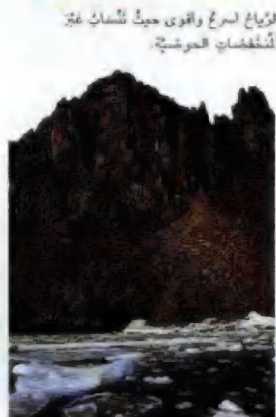
كُثْبَانُ رَاسِيَّة ودَيْلَة

تتكوَّن الكُثْبَانُ الرَاسِيَّة والدَيْلَة قُرْب مُضد أو عائق كحصى مثلاً. فتراكم الرمال مُكوَّنة رأس الكتيب أمام العائق، والنتيجه خلفه. لكن هذه الكُثْبَان على أنواع - فالكتيب الطُفْم مثلاً، قد يترسَّب على مسافة قُصْرٍ من العائق، وقد تتراسَّب الكُثْبَانُ الاصطراعية على جانبته.



الجرايت النجر

بعض المباد، كالبلنسر، أحد تقدمات الجرايت، فرصة للتجوية الكيميائية، فحال تفاعل البليسر مع مياه الأمطار الخشبة، تتكوَّن المباد الأخرى ويتكوَّن الجرايت.



الكُثْبَانُ الطولانية

تتكوَّن الكُثْبَانُ الطولانية (أو السببية) كجود طولاً بشوازم اتجاه الرياح. ويكوَّن مشاهدتها بوضوح في المواقع حيث يُسبى الرمال غير الضوود المبردة.

التشقق المصقي

التشقق المصقي عام في المناخ البارد، وهو نوع من التجوية الطبيعية. تسببت المياه في سُفوف الصخر، وعندما تتجمد يتكوَّن حشوها بالتجمد فتوسَّع الشقوق الطولية. ويتكوَّن هذه العملية، تتكوَّن كتل الصخر وتُسقط مُتركة على السطح الجاف كمشاهدات زكامية خشبية - كالتى في الرسم المقابل في كانب بُوت شبه الجزيرة القطبية الجنوبية.

يُعرف
صخرية
وإحاج في
يوركشاير
بيلز، بلنكلترا

المطر الحمضي

تتكوَّن الحُموض الطبيعية في مياه المطر من ذوبان ثاني أكسيد الكربون فيها، ويحوي المطر، في المناطق المعبودة، حُموضاً من الغازات الصناعية المُدابة فيه، كثنائي أكسيد الكبريت، تسبب المطر الحمضي. وهذا يزيد مُعدَّل التجوية الكيميائية فيلث المصاني والصناعات - كهذا الأسد الحجري في ليدز، بإنكلترا.



الجُرُون الصخرية والفيجاج

التلاليت فرصة للتصحر بالتجوية الكيميائية، فبشواً بترامم الشجر الكلسي للمطر، يتكوَّن الكالسيت على السطح وعلى أمتداد الشقوق. وهكذا يتكوَّن المطر إلى جُرُون تتصلباً شقوقاً مُوسعة تدعى الفيجاج.

لمزيد من المعلومات انظر

الخوابض من ٦٨
الشمع والشمس والتجليد من ٢٦٨
رشد القلبي من ٢٧٢
فورت في الغلاف الخيري من ٣٧٢
الصخاري من ٣٩٠

أنواع التُّرْب

إذا تطلَّعت إلى منظرٍ طبيعيٍّ تَرى عادةً أعشابًا ونباتاتٍ وأشجارًا، وهذه لا حياة لها بدون تربة. والتربة خليطٌ مُعقَّد من المواد الصخرية الحديثة والمُتَحَتَّة، والمعادن المُدابة والمُعَاد ترسُّبها، مع بقايا الكائنات الحيَّة التي عاشت فيما مضى. هذه المُقوِّمات تمتزجُ معًا بحفر الحيوانات الجائرة، وضغطُ جذور النبات، وتحركات المياه الجوفية. إنَّ نوع التربة وتركيبها الكيماوي وطبيعة أصلها العضويَّ عواملٌ مهمَّة جدًّا للزراعة، وبالتالي لحياتنا وعيش مختلف الحيوانات. هنالك أنواعٌ عديدة من التُّرْب، تتباين من جُزءٍ إلى آخر في الأرض تبعًا للمناخ والبيئة.



طبقات التربة المختلفة



الأفق الصخري، طبقة رابطة بين بقايا المواد الصخرية

الأفق أ، التربة الغنية، طبقة غنية عضوية، لكن بعض المعادن تسحبها الحياة الجوفية

الأفق ب، التربة، طبقة أقل عضوية، لكنها غنية بالمعادن المُتَدَكِّسَة من التربة العلوية

الأفق ج، التربة الأثقل، طبقة هشة إلى شديدة سائبة، وهي لا تحوي عوالم عضوية

الأفق د، طبقة صخر الأديم العظائري، مصدر المخصب الحديث للتربة

جانبية التربة

تتكوَّن التربة من عدَّة طبقات أو أقاني يُسمَّى نواحيها جانبية التربة. تُبين الجانبية مختلف مُكوِّنات التربة بين ثبات الصخور وتحللها إلى إضافات الكائنات الحيَّة. وتختلف هذه الطبقات من تربةٍ إلى أخرى نوعًا وكمًّا.

إزلاقي أرضي صغير في جبال الهندوس، باليونان



زحف التربة في المنحدرات

زحف التربة يؤدي لارتفاع طبقات الصخر المكشوفة.



المنحدرات

المنحدرات غير مُستوية لأنَّ جاذبية الأرض تُشدُّ ما يتعلَّق عليها إلى أسفل. وأنَّ بعض في التربة يجعل الصنوع أو المقعر أو التمدد بالتشرب والانفراج يزيد من هذا التحرك، لولا أن نحو أسفل المنحدر، ونتيجة لذلك تنزع الإنشادات الاصطناعية على المنحدرات إلى الميلان، وينشوء شكلُ التباينات النامية.

لزيد من المعلومات انظر

- الكيمياء العضوية ص ٤١
- الصخور والمعادن ص ٢٢١
- الاحافير ص ٢٢٥
- التربة والنباتات ص ٢٣٠
- المناخ ص ٢٤٤

الْفَيْضَانِ
يَهْتَابُ قَهْمَهُ لِبَاسٍ كَالْحَدَى وَسَائِلِ
الْقَلِّ، وَتَصَادُ لِمَاءِ الشَّرْبِ
وَالصَّاعَةِ وَرَى الْقُرُورِ عَاتٍ لِكِتَابِهَا
قَدْ نَشَلَّ خَطَرًا دَاجِيًا يَهْدِي
أَرْوَاحَهُمْ وَأَرْافِقَهُمْ، إِذْ سَبَبُ
تَرْكِهِ الْأَطْيَارِ الْمُفَاجِئِ فَيْضَانَاتٍ
تَلْعَقُ الْفَرَى وَالتَّمَدُّنَ الْمُشَادَّةَ عَلَى
جِغَافِ الْأَهَارِ.

المرحلة الأولى

خاتم، يشكل الرقم ٧، تحلق وادي الضيق، بالبحر الشديد لارتفاع النهر شأنا، طريق نحو الأسفل

شلالات وجداول تتكون محروور النهر فوق طبقات صخرية أصلد

بركة عميقة تتكون في قاع النهر بغل الفيضان المدمرة والهجارة المتفرقة على أنهار الفاي

المرحلة الثانية

شلل، فينبس يتكون من ترسب، قراوات المرحلة الأولى، ويتعدى معظم الترسب أثناء الفيضانات

مراحل في مجرى النهر

الأولى يتدفق النهر بسرعة، شأنا مساره عميقا في المجرى، وحاولا معه شق الألقاض والفتحات الصخرية. في المرحلة الثانية، يهاجم النهر قراواته، ويهاجم الحث في مجراه. في مرحلته الثالثة، تخور قوى النهر، فيظهر كامل حمولة من الألقاض عند مصبه في البحر

المرحلة الثالثة

تتكون الكتل عند منسوب النهر من ترسب كميات كبيرة من قراواته

الزئ في خوضه بأحصى جرد الكثاري

القُدْرَةُ الْكَهْرْمَائِيَّةُ

الزيت

احتاج الزروع ماء لينحو. وكثيرا ما تلقى مياه
الأنهار يستقي الحروقات في نظام ري معين.
وقد عرفت أنظمة الري المعقدة على ضفاف
الأنهر منذ الحضارات الأولى في مصر
القديمة على ضفاف النيل.

لزيادة من المعلومات النظر	
الماء - معالجته وصناعاته ص ٨٣	
المؤلفات ص ١٥٩	
التجوية والتآكل ص ٢٣٠	
خط الساجل ص ٢٣٦	
النظر ص ٢٦٤	

البحار والمحيطات

خارطة الكوكب والأحاديث المحيطية في العالم



خارطة قيعان البحار

كانت قيعان المحيطات لغزًا تعلّق قبل بضعة قرون من الزمن. لكن في السنين من القرن العشرين، اخترع العلماء آلات تستطيع تصوير أشكال الأرض عن بُعد. وقد أسهلّت هذه الصور الحديثة بُعْدًا في رسم خرائط قيعان البحار.

سُمّيت سبلاكت (القبوّة السوداء) في مياه حُرّ القصر.



سبلاكت

تُجرب أعماق المحيطات الشجيرة مخلوقات غريبة. كسكة السبلاكت التي كان يظن العلماء أنها انقرضت منذ ٢٠٠ مليون سنة. لكن في عام ١٩٣٨، التقطت إحداها في مياه الشحيط قبالة مدغشقر ولا يزال يُنقّض بعضها حتى اليوم. إن البقاء في أعماق المحيطات، حيث الأحوال المضيئة لا تتغيّر كثيرًا، أُنشِر لهذه الحيوانات القليلة.

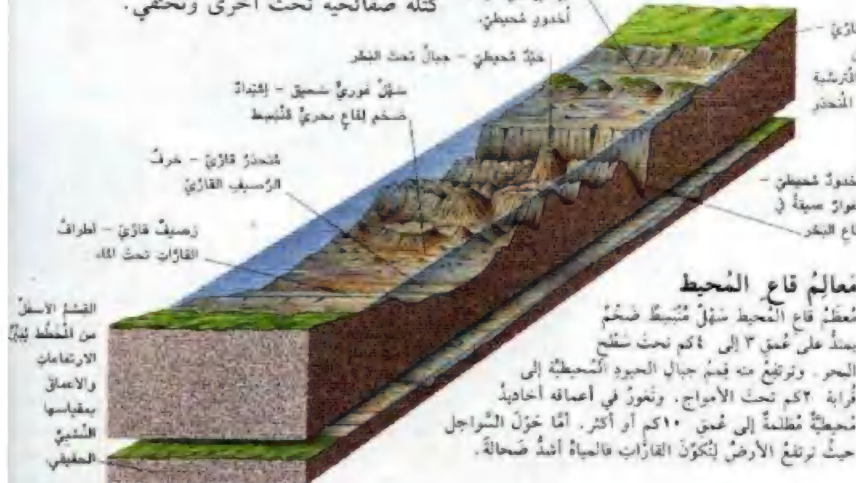
بيئة المياه الحارّة

تتفق على أنبساط الحيو المحيطية مياه بركانية حارّة غنيّة بالكيمياء. هذه المياه تجذب البكتيريا، وقد تطوّرت فيها حيوانات تغذي بالبكتيريا، وكذلك حيوانات أخرى تأكل هذه الحيوانات.

ويعيش في هذه البيئة المظلمة العميقة كائنات لم تُرَ نور الشمس مطلقًا - كنهذه القشريات والرخويات في جزر جلاياغوس.



عميقًا تحت أمواج البحار والمحيطات قيعان تُغطّي قرابة ثلثي سطح الأرض؛ وفيها سلاسل جبلية وأخاديد عميقة وشهولٌ فسيحة شاسعة لا يمكننا مشاهدتها إلا باستخدام أجهزة علمية مُعقّدة. إنّ نمط الأرض في قاع المحيط سببه التحوّلات الأرضية الكبرى المعروفة جيولوجيًا. يتكوّن الكتل الصفاحية؛ إذ إنّ حيو المحيطات الضخمة ترتفع عندما تتكوّن الكتل الصفاحية العظيمة على سطح الأرض؛ كما تتكوّن الأخاديد الكبيرة تحت الماء عندما تُسقط كتلة صفاحية تحت أخرى وتحتفي.



معاليم قاع المحيط

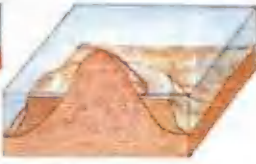
مُعظم قاع المحيط سهل مُنسطح ضخم يمتد على عمق ٣ إلى ٤ كم تحت سطح البحر. وترتفع منه قمم جبال الحيو المحيطية إلى قرابة ٢ كم تحت الأمواج. وتُخوض في أعماق أخاديد محيطية مظلمة إلى عمق ١٠ كم أو أكثر. أمّا خزّن الشواجل حيث ترتفع الأرض لتكوّن القارّات فالحياء أشدّ ضحلة.



عندما تُخاض الجزيرة تحت أمواج البحر، تُشكّل جزيرة مرجانية خافتة تتوسطها بحيرة ضحلة.



فالبا غاضبت الجزيرة في الماء، يُتأبغ المرجان لثوّه مُشكّلًا حاجزًا غوّال جزيرة دخارية. مرجانها مُنفصلًا عن الجزيرة.



يبدأ السطح المرجاني بالنمو في المياه الضحلة المرجان لثوّه مُشكّلًا حاجزًا غوّال جزيرة دخارية. مرجانها مُنفصلًا عن الجزيرة.

المرجان

يشم المرجان قطع خبّ المياه صافية ذليلة وضوءًا؛ كما هي الحال في شواطئ الجزر المدارية مثلاً. تتكوّن السطحي المرجاني صلبًا كسكة تصام مع آخر مُشكّلًا أساسًا وطبيعًا لثوّ الغزو من المرجان. وهذه الطريقة تتراكم مُقاربة سُطح الماء، أربعة شائعة تُدعى شعاب مرجانية.

لزيد من المعلومات أنظر
كيمياء الماء ص ٧٥
بيئة الأرض ص ٢١٢
الصخور والمعادن ص ٢٢١
الأمواج والمدّ (الندّ والجزر) والتأثيرات ص ٢٣٥

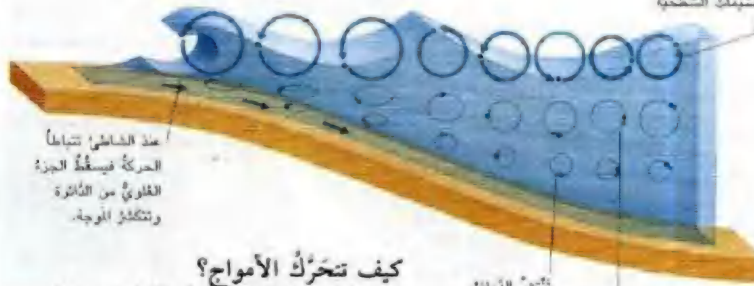
الأمواج والمدّ والجَزْر (المدّ والتيّارات)

المُحيطات لا تهدأ أبداً، فالرياح المحلية تدفع سطح البحر أمواجاً تُلطم الشاطئ. والمدّ يجتاح المرافئ جنةً وذماباً مرتين كل يوم بفعل جاذبية الشمس والقمر. وفي الوقت نفسه، تكتسح الرياح العالمية البحار مكونة تيارات مُحيطية عظيمة ومع تدويم الأرض تنقل التيارات مُناسبة حَوْل المُحيطات في مسارات دائرية ضخمة. فالتيارات الساخنة تنساب بعيداً عن خط الاستواء، والباردة تنساب عائدة نحوه. وتحيل الرياح التي تهب فوق تلك التيارات، إلى اليابسة المُجاورة، أجواء دافئة أو باردة - مما يجعل لهذه التيارات تأثيراً كبيراً على المناخ. فتيار الخليج الساخن في المحيط الأطلسي مثلاً يقي القسم الشمالي الغربي من أوروبا دافئاً في الشتاء.



التيارات المُحيطية

التيارات المُدوّمة المُحيطية الضخمة تُسببها الرياح السائدة. فالرياح التجارية في جنوب المحيط الهادئ (الباسيفيكي) تدفع التيار الدائري البارد نحو الشاطئ الغربي لأمريكا الجنوبية.



كيف تتحرك الأمواج؟

عندما تهب الرياح سطح البحر تُربل تَموجات ريشية غير الماء. وزعم أن الأمواج تقطع مسافات شاسعة غير المُحيط، فإن كل جسم من الماء يدور دائرياً في موقعه فقط.

تنتشر الدوائر تحت السطح حتى تختفي في العمق. جسيمات الماء القريبة من السطح تُواصل تحركاتها ودوراتها جبراً وتكراراً.

عندما يتحرك جُذْب الشمس والقمر باتجاهات مختلفة، يتناقص ارتفاع المد وانخفاض الجزر.

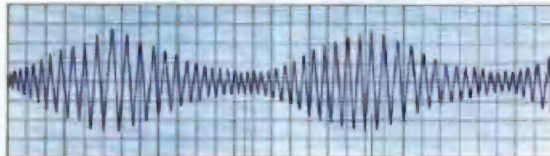


عندما تكون الشمس والمدّ في خط مستقيم، يكون المدّ عالياً جداً والجزر منخفضاً جداً.

يتكوّن مدّ الجزر على قسم الأرض المقابل بفعل تدويم الأرض.



يجذب القمر حثاً على قسم الأرض المواجه له تساخاً.



المزيد من المعلومات انظر

- الحركة الدائرية من ١٢٥
- الشمس والقمر من ٢٢١
- الجاذبية والتناقل من ٢٢٨
- التدويم والتناقل من ٢٣٠
- خط السطح من ٢٣٦
- الكون من ٢٧٤

المدّ الأعلى (أو الثام)

الشمس والقمر والمدّ

قوة جذب القمر تُخلع الماء مدّاً على كلا جانبي الأرض. ولما كانت الأرض كدوّم حول نفسها، فإن المدّ يحصل في كل موقع فيها مرتين كل يوم. والشمس تجذب الماء أيضاً (تسبب بعدد الفاصلة) ليس بقوة جذب القمر، وهذا الخلل يُوازّر جذب القمر مرة في الشهر، ويضاهيه مرة.

تسونامي (الموجة السنامية)

الموجة السنامية الضخمة (التسونامي) تُسببها زلازل تحت البحر. فتدفع الاهتزازات عبر المحيط بسرعة مئات الكيلومترات في الساعة. وعندما تبلغ مياهاً ضحلة تنبسط وتتراكم عائلاً في أمواج هائلة يُصل ارتفاعها أحياناً إلى علو ٧٦ م. وعندما ترتطم التسونامي بالشاطئ، تكتسح كل شيء في طريقها.

تنتشر حُلُفتان تسونامي في ألاسكا (أذار عام ١٩٦٤)



كيف يعمل المدّ؟

نَحْنُ أُنّا نَرجح ولذا دائراً، وفي كل دوّرة تطاير تنورة الأُم إلى الخلف. فالوَلد يُنقل القمر في دورانه حَوْل الأرض. ونُنتقل الأُم الأرض في تدويمها حَوْل نفسها، وارتفاع تنورتها يُنقل حصون المدّ في جانب الأرض المُتجه بعيداً عن القمر. إلى الخلف كالماء المتدفع بعيداً عن القمر.

خَطُّ السَّاحِل

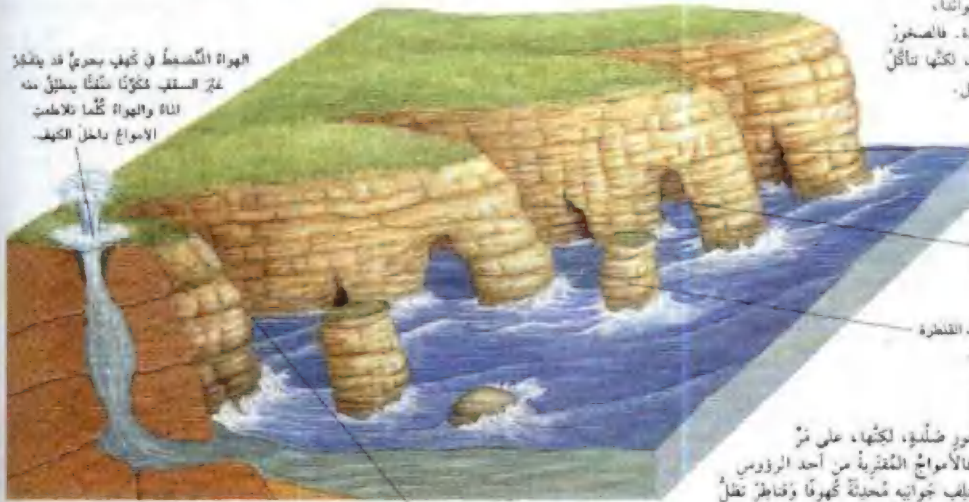
إِنْ كُنْتَ تَسْبَحُ أَوْ تُجَدِّفُ عَلَى شاطئِ الْبَحْرِ فَأَنْتَ فِعْلًا عَلَى حَافَةِ الْبَحْرِ فِي بَدَايَةِ السَّاحِلِ. فَكُلُّ أَرْضٍ بِمُحَادَاةِ الْبَحْرِ هِيَ سَاحِلٌ؛ وَكُلُّ سَاحِلٍ فَرِيدٌ بِمَعَالِمِهِ وَخَصَائِصِهِ. فَعَالَمُ السَّاحِلِ تَحْدُدُهَا عِدَّةُ عَوَامِلٍ كَالرِّيَّاحِ الْعَاتِيَةِ وَالْأَمْوَاجِ الْمُتَلَاطِمَةِ وَدَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ وَالْمُنَاحِ وَأَنْوَاعِ الصَّخُورِ الْمُتَوَاجِدَةِ هُنَاكَ. وَقَدْ تَغَيَّرَ السَّوَاهِلُ مِنْ رَمْلِيٍّ إِلَى صَخْرِيٍّ أَوْ الْعَكْسِ. وَيَتَشَكَّلُ خَطُّ السَّاحِلِ بِهُبوبِ الرِّيَّاحِ غَيْرِ سَطْحِ الْمُحِيطِ، نَاقِلَةً بَعْضَ طَاقَتِهَا إِلَى الْمِيَاهِ. وَتَبْدُو هَذِهِ الطَّاقَةُ أَمْوَاجًا تَقْطَعُ مَسَافَاتٍ طَوِيلَةً تَقُورُ عِنْدَ ارْتِطَافِهَا بِخَطِّ السَّاحِلِ، لَكِنَّ قُوَّتَهَا التَّدْمِيرِيَّةَ تَقْلُ فَاعِلَةٌ فِي حَتِّ رُؤُوسِ الْبَرِّ وَاتِّكَالِ الْجُرُفِ السَّاحِلِيَّةِ.



خَطُّ السَّاحِلِ

تبدو قُدْرَةُ الْبَحْرِ الْهَائِلَةِ وَاضِحَةً عَلَى أَمْثَالِ هَذَا الشَّاطِئِ الصَّخْرِيِّ فِي كَيُورَانَا، أَوْرِيخُون، بِالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ. فَالصَّخُورُ لَوُفَّتْ أَسَاسَ صِلْحَةِ الْأَرْضِ، لَكِنَّا نَأْكُلُ وَنَحْتَمِلُ بِرَأْسِ الْمَوْجِ الْخَوَاصِلِ.

الْهَوَاءُ الْمُضْطَعْبُ فِي كَهْفٍ بَحْرِيٍّ قَدْ يَنْفُذُ غَيْرَ السَّابِقِ شَكْلًا سَلْبًا يَسْتَلِيقُ مِنْهُ الْمَاءُ وَالْهَوَاءُ كَمَا تَلَامُطُ الْأَمْوَاجُ بِإِخْلَالِ الْكَهْفِ.



تُحَتِّقُ الْأَمْوَاجُ الشُّقُوفَ

الْمُتَوَاجِدَةَ فِي رُؤُوسِ الْبَرِّ

وَتَجْعَلُ مِنْهَا كَهْفًا بَحْرِيًّا

وَاسِعًا

الْكَهْفُ عَلَى حَافَتَيْ رَأْسٍ مِنْ

الْبَرِّ قَدْ تَتَّبَعَتْ وَتَتَّبَعُ لَتَتَّوَلَّ

قَضَارَةً طَبِيعِيَّةً.

بِاسْتِغْرَافِ الشَّعَائِدِ، يَهْلِكُ سَقْفُ الْقَضَارَةِ

تَارِكَةً نَاشِئَةً أَوْ مَسْتَلَةً بَحْرِيَّةً.

تَحَاتُّ رُؤُوسِ الْبَرِّ

تَتَأَلَّفُ رُؤُوسُ الْبَرِّ مِنْ صَخُورٍ صَلْدَةٍ، لَكِنَّا، عَلَى نَرِّ الْأَرْضِ، نَأْكُلُ بِالنَّحَاتِ. فَالْأَمْوَاجُ الْمُتَغَيِّرَةُ مِنْ أَحَدِ الرُّؤُوسِ تَأْتِي خَوْفَةً وَتُحَتُّ مِنْ مُخْتَلِفِ جَوَانِبِهِ مُحْدِلَةً كَهْوًا وَقَاطِرَةً تَقْلُ عُرْضَةً لِلْحَتِّ وَالنَّكَلِ. وَالنَّحَاتُ بَحْرِيٌّ بِطَرَفَيْنِ رَاسِيَيْنِ: فِي الْأَوَّلِيِّ، يَبْرُؤُ الشَّخَرُ وَيَتَأَكَّلُ بِالْجِجَارَةِ الَّتِي تَقْلِفُهَا الْأَمْوَاجُ (فِيمَا يُسَمَّى النَّحَاتِ الطَّبِيعِيَّ أَوْ الْبَلَى بِالْإِحْيَاكَ)، وَفِي الثَّانِيَةِ، نَبْشُ شُقُوقَ الشَّخَرِ عِنْدَ نَمَازِ الْهَوَاءِ الْمُضْطَعْبِ بِالْمِيَاهِ الْمُتَدَفِّقَةِ، عِنْدَ تَرَاجُعِهَا، تُسَبِّبُ التَّكَهُّفَ.

تُحَتِّقُ رُؤُوسُ الْبَرِّ إِلَى كَهْفٍ، وَتَأْتِي إِلَى قَضَارَةٍ، ثُمَّ إِلَى تَوَاجُؤٍ أَوْ مَسْتَلَةٍ بَحْرِيَّةٍ.

شَابَاهَارُ شَكْرَانِ، بَلِيَّوَانِ



تُحَتِّقُ هَذِهِ الْخَارِطَةُ بِضَمَّةٍ نَمَازِجَ مِنْ خُطُوطِ السَّاحِلِ الْمُتَغَيِّرَةِ خَوْلَ الْعَالَمِ وَيُسَمِّدُ التَّرْسِيمَ اللَّوْنِي فِي تَحْدِيدِ كُلِّ نَوْعٍ.



بَلِيَّوَانِ، بَلِيَّوَانِ



الْأَوْدِيَةُ الْهَائِلَةُ (الْفُورُونِ)

إِذَا خِلَظْتَ الْيَابِسَةَ أَوْ أَرْتَفَعَ مُسْتَوَى الْبَحْرِ، تَغْمُرُ الْمَاطِلُ السَّاحِلِيَّةَ بِالْمِيَاهِ. قَبْلَ نَهَايَةِ آخِرِ عَشْرِ جِلْدِيَّيْنِ، اصْبَحَتِ الْقَلَائِشُ الْجِلْدِيَّةُ فِي شَتَّى شَبَاطَاتِ الْعَالَمِ قَارِئَةً مُسْتَوَى الْبَحْرِ وَأَصْبَحَتِ التَّلَاحِلُ خُرُزًا، وَهَاسَتْ أَوْدِيَةُ الْأَنْهَارِ مُكَوَّنَةً خَطًّا سَاحِلِيًّا مُعْرِضًا ذَا خَلْجٍ مُنْفَرَعَةٍ تُدْعَى شُرُومًا أَوْ أَوْدِيَةً عَاطِسَةً.

كُرُونِجُ وَنَاصِيكُ

طَبِيعَةُ الْبَلَى بِجَانِبَيْهَا بِإِسْپَانِيَا

الْخُلُجَانُ الْإِنْجِيحِيَّةُ (الْفُورُونِ)

عِنْدَمَا تَدْبُو التَّالِيجُ، تَفْرَقُ عَادَةً أَوْدِيَةُ تَوَحُّ الشُّكُلِ. تَقْرَعُهَا مَسَوِيَّاتُ الْبَحْرِ الْفَرَّتْ عَلَى أَسْفَادِ السَّاحِلِ، مُكَوَّنَةً خُلُجَانًا طَوِيلَةً عَمُودِيَّةَ الْخَوَاصِلِ. وَيَلَاحِظُ أَنَّ الشُّخُورَ وَالْمَوَادَّ الْآخَرَى الْمُتَرَسِّبَةَ فِي تَصَيِّبَاتِ هَذِهِ الْأَوْدِيَةِ تَجْعَلُ مَدَاخِلَهَا شَكْلًا جَدِيدًا. وَيُظَاهِرُ اللَّفْظُ الرُّوجِيُّ فَيُرْوَدُ (الَّذِي مَعْنَاهُ شَعْبٌ مِنَ الْبَحْرِ تَكْتَبُهُ جُرُفٌ شَدِيدَةُ الْإِنْعَادِ) عَلَى هَذِهِ الْخُلُجَانِ الْإِنْجِيحِيَّةِ.

تَكْوِينُ أَرْضٍ جَدِيدَةٍ

الْبَحْرُ فَادِرٌ عَلَى تَغْيِيرِ الْيَابِسَةِ؛ وَهُوَ أَيْضًا فَادِرٌ عَلَى تَكْوِينِهَا. فَالْمَوَادُّ الْمُتَرَسِّبَةُ عَلَى السَّوَاهِلِ تُصْبِحُ بِمَسَاحَاتٍ جَدِيدَةٍ إِلَى الْيَابِسَةِ؛ كَذَلِكَ فَإِنَّ أَنْبَغَاضَ مُسْتَوِيَّاتِ الْبَحْرِ يَكْتَسِفُ أَرْضِيَّ جَدِيدَةً كَانَتْ مَعْمُورَةً بِالْمِيَاهِ فِيمَا نَحْنُ.

تكوّن الشواطئ

أنتفاخ المحيط المنخفض من قسبي وكساري لا تبقى على حالها طويلاً. فالأمواج تعمل على سحقها إلى حصى خساوية وزمل تُجرى على طول قعر البحر، وترسب أخيراً في مواقع مُستَوية نوعاً لتكون شاطئاً. حتى على الشواطئ، لا تتوقف فئات الصخر من الحركة والتقلّ بفعل الأمواج التي تديرها العواصف كذلك فإنّ الرياح تفرّو الجسيمات الأخف منها. ونتيجةً لمثل هذه التحركات المستمرة، فقد يتألف الشاطئ أثناء من حصى خشن ويغدو، هو نفسه، رملياً في الصيف. وتقام حاليّ أسوار ومراجم خاصةً لوقف هذه العملية أو الحد منها.

تتألف الشواطئ من رملي وفتات صخرية دائمة التغير، فالفتات الصخرية تُرسبها الأمواج العوية، وترسب الرمال في الأراضي الأهدأ.

تترافق الموجة الشاطئ على المزلزم (الشور).

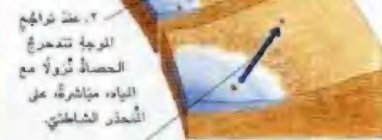
تُحوّل العواصف الخسبية الصخرية فترسبها في سحابة ناتجة باهر الشاطئ حيث تقل حثر العاصفة التالية.

المرامح أسوار شتية يتعاند تتفرق أربعة جرين في الأرض وهي تُقام داخل البكرة لتع الانجراف، على طول الشاطئ.



الانجراف الشاطئ

٣. تجرف الموجة التالية الحصى مائة إلى أمت الشاطئ مرة أخرى، ويتكوّن شاطئاً مُزوّلاً مع المياه مباشرة في سبار فتخرج بطوالة الساحل. وهذا التحرك يُسبّب الانجراف على طول الساحل



١. الموجة التي ضربت الشاطئ بزواوية شتية، تجرف الحصى مائة إلى أمت الشاطئ بزوج رملي شاطئ في شياهار مكران، باكستان

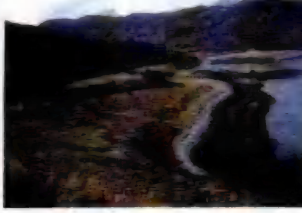
الشواطئ المتحركة

الجسيمات الشاطئ دائمة الحركة مع أنحسار الأمواج وألغافها، جارة الخصى والزمل جبة وكهلاً وقد تُرسبها في مواقع جديدة على امتداد الشاطئ في عملية الانجراف الشاطئ.



الشاطئ المرتفع

عندما ترتفع أرض أو يتخفّض عنها مُستوى البحر، يبقى خط الساحل عالي وجانلاً مُكوّلاً شاطئاً مُرتفعاً. وكان قد تكون العديد من هذه الشواطئ شمالي أوروبا في نهاية العصر الجليدي الأخير، مُنح قديان الجليد أخذت الأرض ترتفع ببطء.



خطوط الساحل المتغيرة

لا تبقى خطوط الساحل في العالم دائماً على حالها. قد تتغير جذرياً في وقت قصير نسبياً، بحث الأمواج للبابسة وأتجار المناطق الساحلية أو اكتشافها بتغير مستويات سطح البحر.

البسة ساحلية زملّة

قد يمتدّ لسان ساحلي وزمل من اليابسة عبر خليج بما فيشغل حاجزاً، ويُدعى هذا الحاجز بَرزخاً شاطئاً (كُشولو) إذا تكون بين جزيرة والشاطئ.

المستنقعات الملحية

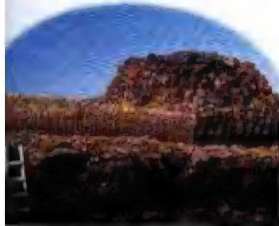
أحياناً تقلّ الرياح بفاقات زملّة مما ترفع الأمواج فتجفّل منها قشائناً لقرن بمساحات من المياه الغليظة أو القليلة الملوحة. فتجفّل هذه المياه لاحقاً وحولاً، وتتحوّل إلى مُستنقعات ملحية.

لمزيد من المعلومات فُظّر

- المُستَوى والمعادن ص ٢٢١
- التجربة والشتات ص ٢٣٠
- الأمواج والمدّ والجزر ص ٢٣٥
- والتيارات ص ٢٤١
- الغسل ص ٢٤١

الفحم

يُخزنُ الفحمُ الحجريّ طاقةَ الشَّمْسِ منذُ ملايين السنين. إنّ نُموَ النباتاتِ يعتمدُ على الشَّمْسِ؛ وإذا طُورت هذه النباتاتُ ملايين السنين تحت الضغط والحرارة في باطن الأرض فإنّها تتحوّل إلى فحمٍ حجريّ. وعند إحراق الفحم، تُطلَق تلك الطاقة المُخترَنة منذ القدم كطاقة حراريّة. الكربون هو العنصرُ الأساسي في الفحم - فالكربون الذي يؤثّر حوالى ٥٠٪ من الخشب، يُشكّلُ قرابة ٩٠٪ من الفحم. بدأ مُعظمُ الفحم بالتكوّن في العصر الكربونيّ منذُ حوالى ٣٥٠ مليون سنة. فغابات المستنقعات الضخمة التي نمت حينئذ هي اليومُ قِراوات الفحم الرئيسيّة في العالم.



توقع لأقيطاع
الخشب في جُزر
أوكلايد

تشكو الغابات حينئذ في
أجزاء المستنقعات

نائل هذه الأشجار بعد موتها إنّ
تتعلّى بفوقاً مُستنقعات ثم تنضغط
في طبقة تحت ترسبات تالية

الخشب

الخشب مادة ليفيّة مُرتخلة في عدليّة تكوّن
الفحم. فالخشب دائم التكوّن في جميع
المستنقعات في العالم حاليًا، كما سابقًا.
ويُستخدم الخشب كوقود كما يُصاف كنخس
لحمي للثروة الزراعية.

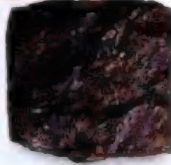
بينما تُلقط المواد
النباتيّة المُليئة
الأكسجين تنضغط
إلى مادّة ليفيّة في الخشب

القيمت

تواصّل المواد
المُرشية تكثفها ضاغطة
الخشب إلى خضر. ومع تزايد
قلم الخشب للأكسجين
يتحوّل إلى فحم بطرق شتى
اللون يُدعى القليليت.

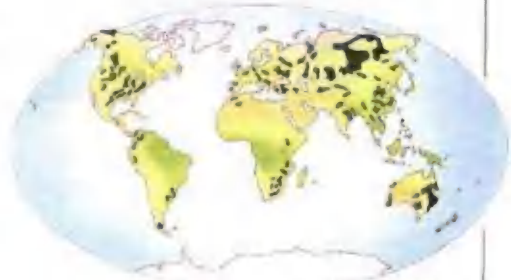


لمع بليوجيني



أضواء يبلّغ
لنصفه الخشب
الخشبي من
الشدة ما يُحوّله إلى فحم
بواقي أسود شارامش هو الفحم البتوجيني،
أكثر أنواع الفحم استخدامًا في الصناعة.

توزّع الفحم الحجريّ في العالم



خارطة مناطق الفحم

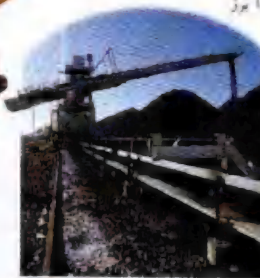
مُعظم الفحم في العالم مُصدّر الرُوسبب المُتوسّعة في العصر
الكربونيّ، حين كان كُليّة الأرض في أوج وقّره. لكنّ بعض قِراوات
الفحم المُتبقّية في شمال أوربّا هي أحدث عهدًا بكثير إذ تكوّنت من
خشب البت في بدايات الحقب الثالث منذُ حوالى ٤٠ مليون سنة.

تكوّن الفحم

الفحم صخر زُسويّ خيويّ المُشتملُ تكوّن من بقايا كائنات
حيّة. فمُذ ملايين السنين، قُوت الغابات وأنطمرت في
المستنقعات قُل أن يَدث الانجلاّ في أحشائها. ومع
التحجّر الطبيعي، يُؤشول تلك المُستنقعات ومُويلها، تُعبر
تركيب البتّ الدفين. فخيرت مُفوماً، انمولّت من الكربون
والهيدروجين والأكسجين، مُعظم ما فيها من الهيدروجين
والأكسجين تاركة قِراة مُركّزة من الكربون، هي الفحم.

تعدّي الفحم

يُستخرج الفحم من قِناحيه بالمعدن، فإذا تَرَ
عُزّ أو طبقة مُحيطة بِمُستوى سطح
الأرض، يقوم المُعدّنون بحفر نفق
أُنقى يُسوّي مُشتملًا شريًا. لكن في
أغلب الأحيان، تُحطّر الأفاق مُعدّلة
للوصول إلى الفحم تحت الأرض فيما
يُعرف بالمُعدّن البئر. أمّا إذا تواجّد
الفحم قريبًا من سطح الأرض، فيُعدّد
الفحم بترع طبقات الأرض التي تُلقبه
في شفرة معدن مُكتشفة (أو سطحية).
لاحقًا في الصورة المُقابلة أكوام الفحم
المُستخرج في أستراليا.



المناجمُ الخطرة

بجلاّ القرن الثامن عشر، اعتمدت الثورة الصناعيّة في أوربّا على الفحم
كمصدرٍ خيويّ للطاقة. لكنّ تعدّي الفحم كان عمليّة خطيرة؛ فكان مُشتمل
المناجم حتى الصيّاين بينهم، يعملون في قُروب مُربّعة مُزوّعة.
ثمّ اخترع العالم، هنري وبلي، مصباحه المُشهور بمصباح
دبلي، كتيطة أمان تليّز
ببلوغ الغازات داخل
المُعدّن مُستوى الحفّز.



مصباح دبلي



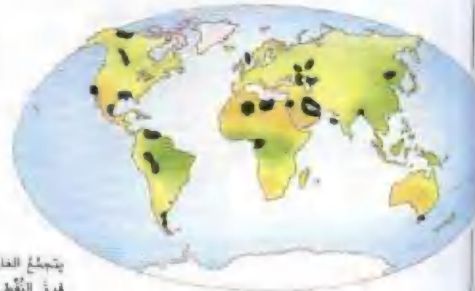
لماذا من المعلومات لظفر

الكربون ص ٤٠
الكيمياء المُعدّلة ص ٤١
مُتنبّات الفحم ص ٩٦
شدة الأرض ص ٢١٢
المُشهور الرُسوبيّة ص ٢٢٣
حقائق ومعلومات ص ٤١٤

النَّفْطُ والغاز

تُرى ماذا حدثَ للنباتات والحيوانات الياقعة الصَّغَر التي ماتت في البحر منذ ملايين السنين؟ العلماء يعتقدون أنها تحولت إلى نفط - هو الوقود الذي يُستخدم اليوم في تسيير السيارات وتشغيل المصانع وتصنيع الكثير من الكيماويات المفيدة. فالمادة الحيوانية التي تتجمّع في قاع البحر تتحلّل ببطء بفعل البكتيريا؛ وعملية التحلل هذه تطلق الميثان أو الغاز الطبيعي. وإذا سُخِّتِ المادة المُتبقية فإنها تتفكك إلى جزيئات خفيفة تُسمى هيدروكربونات تتسرب عبر الصخور مُكوّنة تجمّعات نفطية. ومع أنّ الغاز الطبيعي هو ناتج ثانوي هنا، فإن الغاز الطبيعي المُستخرج من الصخور، في أماكنه كبحر الشمال، هو في الواقع ناتج من أجيال الفحم.

توزُّع النفط والغاز الطبيعي في العالم



يتجمّع الغاز فوق النفط

خارطة مناطق النفط

النفط المُستخرج من حفر النفط الرئيسية في العالم. مصدره صخور تعود تاريخها إلى عشرين ألف سنة مضت. النفط في الشرق الأوسط (منذ ٤٠٠ إلى ٣٥٠ مليون سنة) والعصر الجوراسي (منذ ٢٠٠ إلى ٦٥ مليون سنة).

مَكْمَنُ النفط

المادة الحيوانية المُتجمّعة في الصخور تتحلّل إلى قطرات من النفط تظهر فوق المياه الجوفية. وتكونها أقل كثافة من الماء، فتأخذ القطرات تأمّذاً مُعّداً غير سامٍ الصخر حتى تبلغ طبقة ضئيلة كثيفة تحبسها، تُسمى صخر الغطاء، فتتجمّع هناك مُكوّنة مُكْمَنٍ نفطيّ.

صخر كثيف لا يتخلّط منه النفط، فيلتصق النفط تحته.

صخر مسامي يتخلّط منه النفط.

يتجمّع النفط في صخر مسامي يُتخلّص فيه تدعى مُكْمَنًا، ويحتسب النفط عادة في صخر كثيف لا يتخلّط منه.



يتكوّن المكمن المُكْمَن عندما يتسوّغ صخر مكثف طبقة ضخم المر.

في عكس طبقة، تُملأ طبقات تُفترق من الصخور المسامي في صخر كثيف، فإذا غابت تلك الطبقات يتجمّع النفط في أطرافها.



قد تتسوّغ طبقات الملح لشدة الضغط فارتفع غاز الصخور فوقها مُكوّنة فتحة. وقد يتجمّع النفط في مثل هذه القباب.



يظهر جهاز النفط كخبيشة في الماء كجلا يتأخّر بالأمواج.

مُعدّات الاستكشاف

تُعبّر مكائن النفط المُخفّعة بدراسة سطح الأرض بطريقة التحسّس المُعادي. فترسل أمواج صوتية إلى باطن الأرض وتُستجَل أنجاساتها وتُدرَس. لكن وجود النفط لا يمكن إثباته مُعدّ إلا بحفر بئر في الموقع. ويتم ذلك بالمُعدّات والتجهيزات الاستكشافية.



مُعدّات التجهيزات الاستكشاف في بحر الشمال

لزيادة من المعلومات انظر

- الكيمياء العضوية ص ٤٩
- صناعة الكيماويات ص ٨٢
- مُتجّات الغاز ص ٩٧
- مُتجّات النفط ص ٩٨
- البحار والمحيطات ص ٣٣٤
- حقائق ومعلومات ص ٢١٢

نظريّة بديلة

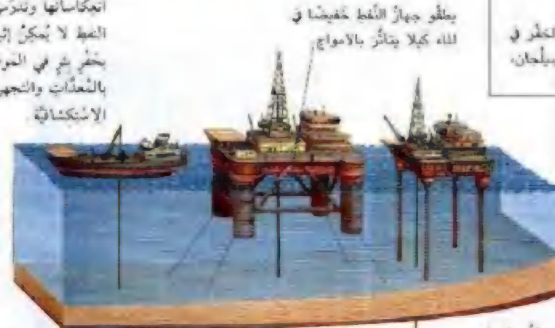
بالرغم من ثوابي تُعظم العلماء على أنّ النفط قد تكون من كائنات حيّة، فإن هناك نظريّة تقول بأنّه تكون بالبلع من صخور مُتحوّلة. وقد تأتي إثبات ذلك أو دحضه من بئر تجري حفرها حالياً بالسويد في صخور مُتحوّلة.

اختبار التقر في بحيرة سيلجان، بالسويد



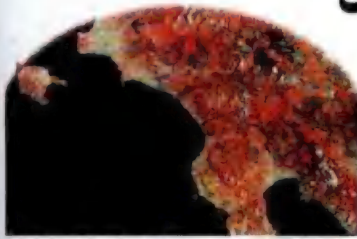
بنية الإنتاج

عدّ إثبات وجود كمّيّة من النفط مُجربة اقتصادية، يُعزّز إلى استخراجها بواسطة بنية إنتاج. ومن المُنشآت المُحرّز البئر في محور المكثف، ويُضخّ النفط إلى السطح حيث يجري نقله عبر الأنابيب أو الناقلات إلى مُعمل تكرير (أو مصفاة).



يُستخدم جهاز حفر ذو برّاقع في المياه العميقة يُستخدم جهاز ذو فواتر صامدة للثقل. وهو بطيء، لكنّ ثقله في قاع البحر بالاربعية والشدائد. يُستخدم السُلّون للحفر في المياه العميقة جدًا، فثقله جهاز الحفر غير لقي في شكل الشفلية.

رَسْمُ خَرَائِطِ الْأَرْضِ



صورة ساتليّة لجزيرة بولينيسيا بجنوب اليونان

خريطة ساتليّة

إنّ بِلَيَّاتِ الفضاء الحديثة قد أحدثت انقلاباً في قُوَى الخرائط، فأصبحت الخرائط تُرسم من الطُّوَرِ السَّاتِليّةِ بواسطةِ السَّواتِلِ، مُبَيِّنةً شَكْلَ الْأَرْضِ كما يبدو من الفضاء، وبسبب حسابات السَّواتِلِ الفائقة، فإنّها تستطيع التقاط تفاصيل دقيقة - كأشكال الرُّوُوحِ في منطقة مُعَيَّنَةٍ من العالم، ومُستويات الحرارة المُتغيّنة من الفضاء.

الخرائط

الخرائط صورةٌ مُضمَّعةٌ لبيّان السَّلامِ الطبيعيّةِ أو الخدميّةِ السياسيّةِ لمنطقةٍ مُعيَّنة من سطح الأرض، والخرائط على أنواعٍ تتباين لأغراض استخدامها، فخرائط الطُّرُق مثلاً، تُركّزُ على الطُّرُق وتقرعاتها، وتُسلِّطُ ألوانها برُومٍ مُختلفة، أمّا الخرائط السياسيّة فتُركّزُ على الحدود السياسيّة والتقسيمات الرسميّة والإداريّة.



التصوير الجوّي

صورةٌ جَوِّيّةٌ لمنطقةٍ من الطائرة تُعَمِّلُ مُقَرَّراً عامّاً لمنطقة، لكنّ هذه الصورة لا تُبيِّنُ الرُّوُوحَ الاصطناعيّة التي نجعلُ الخارطة صالحةً للاستعمال، كالخارطة أعلاه.



عُثِدَتْ فِي الْمَسَاءِ



مَشَقَّةُ السُّطُوَانِي



مَشَقَّةُ مَخْذُوطِي

في السَّطْحِ المَخْذُوطِي تُشَكَّلُ الورقةُ السَّطْحِيّةُ مَخْذُوطاً مُلاييناً الأرض على مُبتدأ حُزْزٍ مُعَيَّنٍ، إنّ الصَّارِعةَ المرسومة بهذه الطريقة هي الأقلُّ تشوُّهاً في المساحات.

في السَّطْحِ السُّطُوَانِي، يُشَكَّلُ لَبُّ الْوَرَقَةِ حول الأرض، مُلاصقةً حُطَّ السَّوَاءِ، فالخارطة المَشَقَّةُ بهذه الطريقة تُشَكِّلُ التَّشَاوُلَ بَيْنَ أَكْثَرِ الْخَارِطَةِ، لكنّ المساحات فيها مُشوَّهةٌ بالسَّطْحِ.

في السَّطْحِ السَّكْنِي، تُلَاقِظُ الْوَرَقَةُ الْكُرَّةَ الْأَرْضِيَّةَ فِي شَعْرَةٍ وَاحِدَةٍ، وَإِذَا كَانَتْ تِلْكَ السَّطْحُ السَّكْنِي، فَمُطَوِّمٌ الطُّولِ عَدَدِيٌّ مُطَوِّمٌ بِرُؤَايَا الصَّحِيحَةِ.



مَشَقَّةُ سَكْنِي

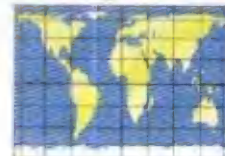
خارطة بِيْتَرز

صنعت هذه الخارطة أرفوس بِيْتَرز عام ١٨٧٧ وهي تُبَيِّنُ القياسات الحقيقية للقارات. لكنّ حتى بنو بِيْتَرز إلى تحقيق ذلك، كان لا بُدَّ من مُعَدِّ أشكال القارات.

مِرْكَانُور
السَّطْحُ المِرْكَانُورِي، الذي تُبَيِّنُ لِلْمَرَّةِ الْأُولَى عام ١٥٦٩، أساسه السَّطْحُ السُّطُوَانِي. ولنا كانت الاتجاهات فيه غير مُشوَّهة، فإنّ هذا السَّطْحُ مُعَيَّنٌ في المِلاحة وخرائط الأَرْضِ صَادِ الْجَوِّيَّةِ - حيثُ اتَّجَاهَاتُ الرِّيحِ بِالْفَعْلِ الْأَهَمِّيَّةِ. لكنّ تشوُّه المساحات كبيرٌ جدّاً فيه، حتّى إنّ جِرِينْلَنْدَ تبدو بِخِطْمٍ إِفْرِيقِيٍّ أَوْ أَكْبَرَ قَلِيلاً، بينما تُساوِي هي في الواقع حوالي ١/٤ من مساحة إفريقيا.



مَشَقَّةُ بِيْتَرز



عالم الجغرافية، المليونير جيواردوس ميركانور، الفولود جيوهارز كريس (١٥٩٤-١٥٩٦)

سَاقِطُ الرِّسْمِ

لكنّ نمرض شطوط الأرض السَّاقِطَةُ على وَرَقَةٍ مُسَقَّدةٍ بَدَّةً، تُستخدَمُ بَقِيَّةُ الإِشْفَاطِ. نَحْنُ أَنْ الْأَرْضَ شَفَافَةٌ وَأَنَّ فِي مَرْكَزِهَا ضَوْءٌ يُلْقِي ظِلًّا لِتَعَالَمِ سَطْحِ الْأَرْضِ على وَرَقَةٍ مُشوَّهةٍ قُوَّتِهَا، فَالظِّلُّ السَّاقِطُ على الورقة هو أساس تلك الخارطة.

لَمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الشَّمْسِ

- التَّسْكِوَاتِ الْأَرْضِيَّةِ ص ٢٩٧
- تَّسْكِوَاتِ الْفَضَاءِ ص ٢٩٨
- السَّواتِلِ (الأكْثَرُ الصَّانِعَةُ) ص ٣٠٠
- السَّواتِلِ الْفَضَائِيَّةِ ص ٣٠١
- الْمَشَقَّاتِ الْفَضَائِيَّةِ ص ٣٠٤
- خَفَافٌ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١٤

الطقس

حياة الناس جميعًا تتأثر بالطقس - ماذا يأكلون ويشربون، وماذا يرتدون وكيف يتصرفون وما أنواع بيئاتهم وأشكال منازلهم. حتى طبيعة الأرض تتأثر وتتشكل بعوامل الطقس؛ فالرياح والمطر والثلج والجليد كلها عوامل تحت الصحور والجبال. الطقس جزء من عالمنا - إنه حالة الهواء في أي مكان وزمان؛ وقد يكون حارًا أو باردًا، عاصفًا أو ساكنًا، رطبًا أو جافًا. في بعض المناطق يتغير الطقس بين يوم وآخر؛ وفي مناطق أخرى قلما يتغير على مدار العام. وحالة أحوال الطقس لمناطق بين عام وآخر تسمى المناخ. ويعتمد المناخ أساسًا على بُعد الموقع شمالًا أو جنوبًا عن خط الاستواء وبالتالي على كمية الطاقة الشمسية التي يلقاها.



المطر
شدة المناطق المطيرة يعرفون أن البحر المالح يمتص الرطوبة السوداء تنزل بالمطر. فالمشجبة العذبة تنبت نبتة نبت بالمطر ينبت نبتة أشعة الشمس. وفلما تزداد الغيوم كثافة وسوادا أزدادت كمية الأمطار السخنة شوتها.

شدة زوايا في
الطقس ضعفت



المناطق المشمسة

المناطق ذات الطقس الأكثر حرارة في العالم هي الصحارى الجافة البعيدة قليلًا عن خط الاستواء - حيث الأجواء جليًا من الشجبة المائلة التي تنحني شفق الشمس. فالأجواء في الصحراء الكبرى في إفريقيا صافية لا غيم فيها طوال أيام السنة تقريبًا.

شدة وسط
فوق المناطق
المدارج



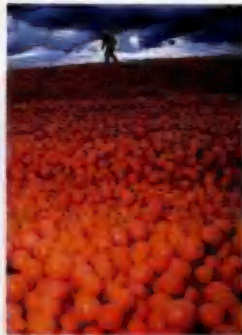
شدة كثافة
عائدة فوق السحاب

أجواء صافية
فوق الصحراء
الكبرى

أجواء صافية فوق
المنارة المشمسة الجنوبية

تلف المحاصيل

هبوب الرياح العاتية وسقوط الأمطار الغزيرة وأنهباء البرد الياء سببة إلذراعين لأنها تلفت مزروعاتهم ومحاصيلهم. لذا يحاول المتهنون بأحوال الطقس تحذير المزارعين من الطقس السيئ كي يتخذوا ما يمكنهم من الاحتياطات. هذه الأكوام الضخمة من الترقال في كاليفورنيا، بالولايات المتحدة، تلفت بسوء الأحوال الجوية، فعادت لا تصلح لبيع.



إله الشمس

كثير من أهل الحضارات القديمة عبدوا آلهة خاشعة لاعتقادهم أنه المستولة عن أحوال الطقس. فمشار الأوتك في المكسيك عبدوا إله الشمس تواتونخ طمعا في نور شمس لاتصاح محاصيلهم. فبدون ما يكتفي من هذا الغباء كانت تنافس محاصيلهم وأمينهم بهم التجاعة. فتراتونخ، وما يمتد، كان مهيا جدا لتهود الأوتك حتى أنهم شيدوا له المعابد وقدموا له القرابين الشريرة ليشده حراهم على أسرته.



شَعُّ الشَّمْسِ

يَقْدَرُ الْعُلَمَاءُ أَنَّهُ لَوْ تَحَاطَ الشَّمْسُ بِغُلَافٍ مِنَ الْجَلِيدِ سُمُّكَ ١,٥ كم، فَحَرَارَتُهَا الْمُسَعَّةُ سَتَصْهَرُ الْجَلِيدُ كُلُّهُ فِي سَاعَتَيْنِ وَيَضَعُ دَقَائِقُ. وَمَصْدَرُ هَذِهِ الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ هُوَ التَّحَاكُلَاتُ النَّوَوِيَّةُ فِي بَاطِنِ الشَّمْسِ. وَتَبْلُغُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ حَوْلَى ٦٠٠٠°س؛ وَهِيَ تُشِعُّ طَاقَتَهَا فِي جَمِيعِ الْإِتْجَاهَاتِ؛ وَيَعْتَمِدُ طَقْسُنَا وَمُنَاخُنَا عَلَى هَذِهِ الطَّاقَةِ. الشَّمْسُ هَائِلَةٌ الْحَجْمِ، إِذْ يُمَكِّنُهَا اسْتِيعَابُ مِليُونِ كَوَكَبٍ بِحِجَمِ الْأَرْضِ فِي دَاخِلِهَا؛ وَهِيَ تَبْدُو لَنَا صَغِيرَةً لِأَنَّهَا تَبْعُدُ عَنِ الْأَرْضِ ١٥٠ مِليُونِ كَم. وَرَغْمَ هَذَا الْبُعْدِ فَتَوَرُّ الشَّمْسِ بِأَجْرٍ جَدًّا بِحَيْثُ يَجِبُ عَدَمُ النَّظَرِ إِلَيْهَا مُبَاشَرَةً؛ لِأَنَّ ذَلِكَ يُؤْذِي الْعَيْنَيْنِ.

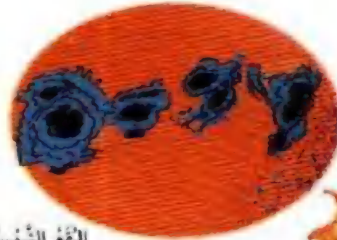
دَوْرَةُ الْجَوَافِ

يَعْتَمِدُ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ أَنَّ التَّغَيُّرَ الشَّمْسِيَّ يُؤَثِّرُ فِي الطَّقْسِ. فَنَظَرُ بَعْضِ أَعْيَانِهِ الْعَالَمِ، تَكَوُّرُ شُعْطِ الْأَمْطَارِ قَرِيبًا كُلَّ ٢٢ سَنَةً تَقْرِيبًا (أَيَّ مَرَّةٍ مَرَّتَيْنِ) مُتَابِلَتَيْنِ لِلتَّغَيُّرِ الشَّمْسِيِّ مُسَبِّبًا جَدًّا وَفَتْحًا شَدِيدَيْنِ. وَقَدْ أَصَابَ ذَلِكَ أَمْرِيكَا الشَّمَالِيَّةَ فِي الثَّلَاثِينَاتِ وَفِي الْخَمْسِينِيَّاتِ وَفِي السَّبْعِينِيَّاتِ مِنَ الْقُرُونِ الْبَاسِرِينَ. وَإِذَا صَحَّتْ نَظَرِيَّةُ التَّغَيُّرِ الشَّمْسِيِّ فَتَوَقَّعُ تَكَوُّرُ هَذَا الشُّعْطِ أَوَّامًا السَّبْعِينِيَّاتِ مِنَ هَذَا الْقُرُونِ؛ وَمَعْلُومٌ أَنَّهُ بِأَنْجَاسِ الْأَمْطَارِ لَتَصُفَّ الْأَنْهَارُ وَقَدْ نَبِذَتْ.

إِدْوَارْدُ مُونْدَر

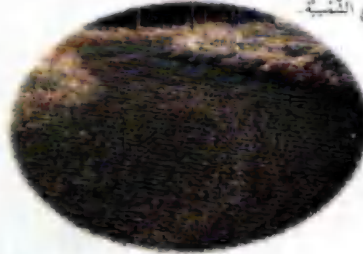
تَحَقَّنَ عَالِمُ الْفَلَكِ الرِّيطَانِي،
إِدْوَارْدُ مُونْدَر (١٨٥١-
١٩٢٨)، عِنْدَمَا وَجَدَ أَنَّ
السَّجَلَاتِ الْمُوَرَّخَةَ لِنَشَاطِ
الشَّمْسِ تُبَيِّنُ تَبَدُّلًا فِي
النَّشِيطَةِ فِي الْفَتْرَةِ بَيْنَ عَامَيْ
١٦٤٥ وَ ١٧١٥، الْمَعْرُوفَةِ الْآنَ
بِأَذَوْنَةِ مُونْدَر. وَفِي الْفَتْرَةِ نَفْسِهَا،

كَانَ الْبَرْدُ فِي أَوْرَبَا مِنَ الشَّدَّةِ بِحَيْثُ مُرِفَتْ تِلْكَ الْفَتْرَةُ
«بِالْعَصْرِ الْجَلِيدِي الصَّغِيرِ». وَقَدْ تَزَوَّجَ مُونْدَرُ مِنْ
سُاعِدَتِهِ أَيْ زَوْجَتِهِ وَصَلَا مَعَهَا فَكَانَتْ إِحْدَى أَوَّلَى
عَالِمَاتِ الْفَلَكِ فِي الْعَالَمِ. وَكَانَ لِبُجْهِدِهَا الْخَاصِّ
قُضِيَ فِي شَهْرَيْهَا.



الْبَغْغُ الشَّمْسِيَّةُ

نُشَاطُ أَحْيَانًا يَفْجَأُ دَائِمًا عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ تَحْتَ دَرَجَةِ
حَرَارَتِهَا عَنِ بَاقِي سَطْحِ الشَّمْسِ النَّشِيطِ، فَيَبْلُغُ حَوْلَى
٤٠٠٠°س. تَوْجَدُ فِي هَذِهِ الْبَغْغَاتِ
بِغَلْطِيَّةٍ، وَتَبَايُنٍ عَدَدًا، زِيَادَةً وَنَقْصَانًا، فِي
قُرَابِ دَوْرَةٍ كُلَّ ١١ سَنَةً. الصُّورَةُ أَعْلَاهُ
الَّتِي تَقُصُّ فِي ٦ أَيْلُول (سَبْتِ) عَامِ
١٩٨٩، تَقُلُّ بِضْعَةَ أَشْهُرٍ مِنَ النَّشَاطِ الْأَقْصَى
لِلْبَغْغِ الشَّمْسِيِّ.



عَوَائِلُ التَّحَكُّمِ فِي الطَّقْسِ

أَحْوَالُ الطَّقْسِ تُحْكَمُ حَرَارَةُ الشَّمْسِ الَّتِي
يُبْقِي الْهَوَاءَ فِي حَرَقَةٍ دَائِمَةٍ. فَعِنْدَمَا يَسْخَرُ سَطْحُ
الْأَرْضِ، يَسْخَرُ الْهَوَاءُ الَّذِي يَلَامِسُهُ فَيَرْتَفِعُ، وَيَخْلُ مَحَلَّةً
هَوَاءً بَارِدًا؛ وَهَذَا يُبَيِّرُ الرِّيحَ. كَذَلِكَ فَإِنَّ حَرَارَةَ الشَّمْسِ تُبَيِّرُ
الْمَاءَ مِنَ الْبَحَارِ فَتَتَكَوَّنُ السَّحَابُ وَهَذِهِ تُسَبِّغُ وَتُؤَثِّرُهَا تَطَرُّا
عِنْدَمَا تَبْرُدُ.



قُلُوبُ الشَّمْسِ
١٠٨ أَصْعَافٍ
قَطْرُ الْأَرْضِ لَكِنَّ
الْأَرْضَ كَرَّةً صَغِيرَةً
جَائِدَةً فِيمَا الشَّمْسُ كَرَّةً
غَارِبَةً حَالَةً.

تَرْكِيضُ شَعِّ الشَّمْسِ

يُمْكِنُ تَرْكِيضُ قُدْرَةِ الشَّمْسِ بِوَاسِطَةِ
عِلْسٍ مُخَرَّجَةٍ عَادِيَّةٍ لَمَحَرَقٍ ثَلَوِيٍّ فِي قِطْعَةٍ مِنَ
الزُّوقِ. (الْأَحْدَاثُ لَا يَحَاوِلُونَ ذَلِكَ دُونَ إِشْرَافِ
الرَّاشِدِينَ). وَفِي الْأَنْصَارِ الْجَاقَةِ الْحَارَّةِ،
تُسْتَعْمَلُ نَرَايَا مُقَرَّبَةٌ عَادِيَّةٌ لِتَرْكِيضِ الشَّمْسِ
لِإِحْدَاءِ الْفَرْحِ تَلْخِينًا؛ يُسْتَعْمَلُ مَوْفِدًا لِلطَّقْسِ.



لِمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ فَانْظُرْ

- الْمُنَاحَاتُ الْمُتَغَيِّرَةُ ص ٢٤٦
- الرِّيحُ ص ٢٥٤
- تَكَوُّنُ السَّحَابِ ص ٢٦٢
- الْمَطَرُ ص ٢٦٤
- الشَّمْسُ ص ٢٨٤
- الْأَرْضُ ص ٢٨٧

الفصول

تَدُورُ الأرضُ حَوْلَ محورِها (كالحُذُروف) فيما هي تَدُورُ حَوْلَ الشَّمْسِ في مَدَارٍ يَبْضِي الشَّكْلُ، مُتَمِّمَةً الدَّوْرَةَ الكَامِلَةَ في ٣٦٥,٢٦ يومًا. ويميلُ مَحْوَرُ الأرضِ على مُسْتَوَى الفَلَكِ ٢٣,٥°، بِحَيْثُ إِنَّ هَذَا المَيْلَ يَكُونُ نَحْوَ الشَّمْسِ في نِصْفِ الكُرَّةِ الشَّمَالِي عندما الأرضُ في جَانِبٍ مِنَ الشَّمْسِ، وَبَعْدَ سَنَةٍ أَشْهُرٍ، حِينَ الأرضُ في الجَانِبِ الأخرِ مِنَ الشَّمْسِ، يُصْبِحُ المَيْلُ نَحْوَ نِصْفِ الكُرَّةِ الجَنُوبِي. ففي النِّصْفِ المائلِ نَحْوَ الشَّمْسِ تَرْتَفِعُ الشَّمْسُ عَالِيًا في كَبِدِ السَّمَاءِ وَتَكُونُ الأَيَّامُ طَوِيلَةً (بُتْهِرًا) وَالطَّقْسُ حَارًّا، وَالْفَصْلُ صَيفًا. بينما في نِصْفِ الكُرَّةِ المُقَابِلِ، الحَالِدِ عَنِ الشَّمْسِ، يَكُونُ ارْتِفَاعُ الشَّمْسِ أخْفَضَ في تَكْبِيدِها السَّمَاءِ، والأَيَّامُ أَقْصَرُ وَأَبْرَدُ، وَالْفَصْلُ شِتَاءً.



عيد

ميلاد متلج

المعاصِر والعشرون من كانون الأول (ديسمبر) يَكُونُ شِتَاءٌ في نِصْفِ الكُرَّةِ الشَّمَالِي؛ فَتُخَفِّضُ الحَرَارَةُ، وَتُكَلِّبُ السَّمَاءَ والأَرْضَ عَادَةً في بِلَادِ كَالْفَرُوجِ وَكَذَا. وَيَقَعُّ النَّاسُ إِلَى أَرْدَاءِ المَلَابِسِ الدَّافِئَةِ عَارِجَ مُتَارِلِهِمْ.

في القطبين فصلان فقط: شتاء على مدى ستة أشهر، وصيفاً قدوة شاملة.

يعدّل نصف
الكرة الشمالي
عن النصف
الجنوبي شتاء



نصف في
نصف الكرة
الجنوبي

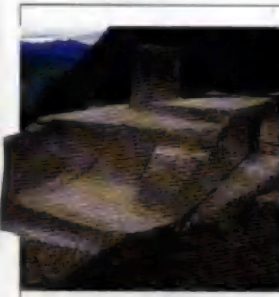
عيد ميلاد حار

عيد الميلاد (٢٥ كانون الأول) يومٌ من الصيف في نِصْفِ الكُرَّةِ الجَنُوبِي. ففي لَدُنْ كَاسْتْرَالِيَا، يَكُونُ الطَّقْسُ مُوَالِيًا للإسْتِزَادِ عَلَى شَاطِئِ البَحْرِ.

المناطق بين القطبين والمناطق الاستوائية الدافئة تتعلم بأربعة فصول. تتلقى تدريجيًا من الربيع إلى الصيف إلى الخريف إلى الشتاء.

نابئ الظلال موميمًا

عيدٌ بعض أهل الحضارات القديمة الشَّمْسِ، وَغَرَفُوا تَغْيِرَاتِ مَسَارِهَا. هَذَا الشَّجَرُ فِي مَدِينَةِ إِيكَا مِنْ مَاقَتُو بَنَشُو، بِالْيَبُورِ هُوَ الإِنْيَهُونَانَا - أَوْ نُصَبُ إِنِّي، إِلَهُ الشَّمْسِ. وَقَدْ لَحَقَهُ الإِنْيَهُونَانُ تَغْيِرَاتِ طُولِ بِلَلِ هَذَا الْحَجَرِ عِنْدَ الظُّهْرِ جَلَالِ السَّنَةِ.



شَمْسُ مُنْتَصِفِ اللَّيْلِ

في المناطق القريبة من القطب الشمالي لا تَلْعَبُ الشَّمْسُ جَلَالًا لَطْلُ الصَّبِيفِ عَلَى مَدَى أَشْهُرٍ. ففي لَدُنْ، كَالْبَنَادِ، يَكُونُ نَهَارٌ لِمُدَّةِ ٢٤ سَاعَةٍ، وَفَلِكِ سَبَبِ تَيَلَّانِ مَحْوَرِ الأرضِ. وَتَشْهُدُ هَذِهِ مَنَاطِقُ شَمْسٍ مُنْتَصِفِ اللَّيْلِ. وَبِذَا يَكُونُ فِي القُطْبِ الشَّمَالِي نَهَارٌ دَائِمٌ، يَكُونُ لَيْلٌ دَائِمٌ فِي القُطْبِ الجَنُوبِي أَوَامِطِ الشِّتَاءِ حَيْثُ لَا تَطْلُعُ الشَّمْسُ مُطْلَقًا. وَتَعَكُّشُ الحَالُ فِي السَّنَةِ الأَشْهُرِ التَّالِيَةِ.

الأرض تَدُورُ مَائِلَةً

تَدُورُ الأرضُ حَوْلَ محورِها (وهو لَحَظٌ وَغَمَرٌ غَيْرُ قَطْبِيَّ الشَّمَالِي والجَنُوبِي). وَهَذَا المَحْوَرُ لَيْسَ شُورِيًا عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِ الأرضِ حَوْلَ الشَّمْسِ، بَلْ يَمِيلُ عَنْهُ كَمَا اسْلُكْنَا بِـ ٢٣,٥°. وَهَكَذَا فَإِنَّ أَحَدَ نِصْفِي الكُرَّةِ الأَرْضِيَّةِ يَتَلَقَّى إِشْرَاقَ الشَّمْسِ أَكْثَرَ مِنَ النِّصْفِ الأخرِ، وَبِالتَّالِي حَرَارَةٌ أَكْثَرَ تَبَاقًا لِذَلِكَ الوَقْتِ مِنَ السَّنَةِ. وَهَذَا التَّغْيِيرُ فِي دَرَجَاتِ الحَرَارَةِ عَلَى مَدَارِ السَّنَةِ يُسَبِّبُ الفُصولَ.

يعدّل نصف
الكرة الشمالي
نحو الشمس
فيكون صيفاً

المناطق القريبة
من خط الاستواء
تتلقى لوقتاً كافياً
حرارة الشمس
نهاراً

شتاء في نصف
الكرة الجنوبي

في مُنْتَصِفِ الشِّتَاءِ عندما يَكُونُ نِصْفُ الكُرَّةِ فِي القُصَى بُعْدَهُ عَنِ الشَّمْسِ، يَكُونُ ظِلَامٌ فِي القُطْبِ كَوَالِ اليَوْمِ.

لَزِيدُ مِنَ المَعْلُومَاتِ نُظَر

تَكُونُ الأرضُ مِنْ ٢٠٠
شُعْ الشَّمْسِ مِنْ ٢٤٢
الْفَلَكِ مِنْ ٢٦٦
الضَّاءُ الشَّمْسِي مِنْ ٢٨٣
مَنَاطِقُ القُطْبَيْنِ وَالتَّنَادِ مِنْ ٣٨٧

المناخ

يَعْتَمِدُ مَنَاحُ مِنطَقَةٍ مَا عَلَى
المَنَاطِقِ القَرِيبَةِ مِنْ حَظِّهِ
مِنْ

ف

أمريكا الشمالية

المناطق ذات المناخ المعتدل
الساكن، يمتاز بها رطب
الحار، وضئيلها جاف حار.

شعاع المناطق الجبلية
تنخفض على خط
العرض والارتفاع.

أمريكا الجنوبية

المِنطَقَةُ المُعتَدِلَةُ

في المناطق المعتدلة المناخ قد ينشط المطر في أوقات من السنة
فضيقها عادة ليس حارًا جدًا، ونباتاتها ليس باردة جدًا، لكنها قد
تُعاني من قترات حُر قصيرة في الصيف وثلوج من تساقط الثلج
شديدًا في الشتاء. تنقع شهور واليوم، بالولايات المتحدة،
وتمثل حوض البحر الأبيض المتوسط في المنطقة المعتدلة.

المناطق الساحلية

البلدان المحاذية للبحر والصخور
فيها بعيدًا جدًا عن البحر، وتقع
بالمناخ البحري، وفي هذا الشتاء
لا يشعرون ولا تبرد بسرعة كالباقي

دليل الخارطة

شاحات المتاحي الجبلية
تتوزع على خط
العزيم والإرتفاع

أمريكا الجنوبية


الْمِنْطَقَةُ الْمُعْتَدِلَةُ

في المناطق المعتدلة المناخ قد ينشط التطحر في أي وقت من السنة، فبعضها عادة ليس حارًا جدًا، وبالأحرى ليس باردًا جدًا، لكنها قد تعاني من قرات حرة قصيرة في الصيف وتوبات من تساقط الثلج شديدا في الشتاء، تقع شهور وايومنغ، بالولايات المتحدة، ومعلم حوض البحر الأبيض المتوسط في المنطقة المعتدلة.

المناطق الساحلية

البلدان المحاذية للبحر والصغيرة الكثلة الأرضية نسبياً، كبريطانيا ونيو زيلندا، لا مأكلاً
لها بعيداً جداً عن البحر، وتتمتع بتناوع مقدر الاعتدال صيفاً وشتاءً، ويُعرف تناوبها
بالتناوب البحري. وفي هذا التناوب لا تحدث تغيرات كبيرة في درجة الحرارة لأن البحر
لا تسخن ولا يبرد بسرعة كاللابة، فهو يمتص الحرارة صيفاً ويُطلقها شتاءً.

ذليلُ الخارطة

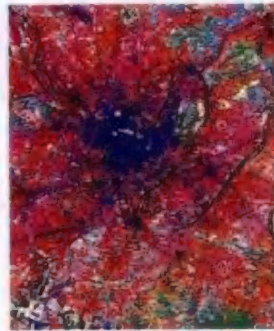
 قُطْمِي
 قُدْرَا
 جَبِي
 قُعْدَلْ بَارِدْ
 قُعْدَلْ دَاوْ
 قُشْدَرَاوِي
 قُوسْمِي
 قُدْرَاوِي

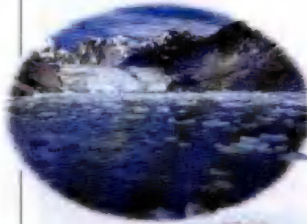
المُنَاحُ الإِسْتِوَائِي المَدَارِي

مناطق المناخ الاستوائي المداري تقع حول حرك الاستواء
في نطاق خطي العرض ٦٠ شمالاً و ٦٠ جنوباً. غطتها
حار دوماً - تتراوح درجة الحرارة بين ٢٤ و ٢٧ °س.
تُعتبرها نباتات مُستظمة من المنظر الغريب على مدار السنة،
حيث لا تقل أجماله الساطع عن ١٥٠ ساعة. وهذه
الظروف المُناسبة مثالية للغابات المطيرة.

مُنَاحُ صُغْرِي

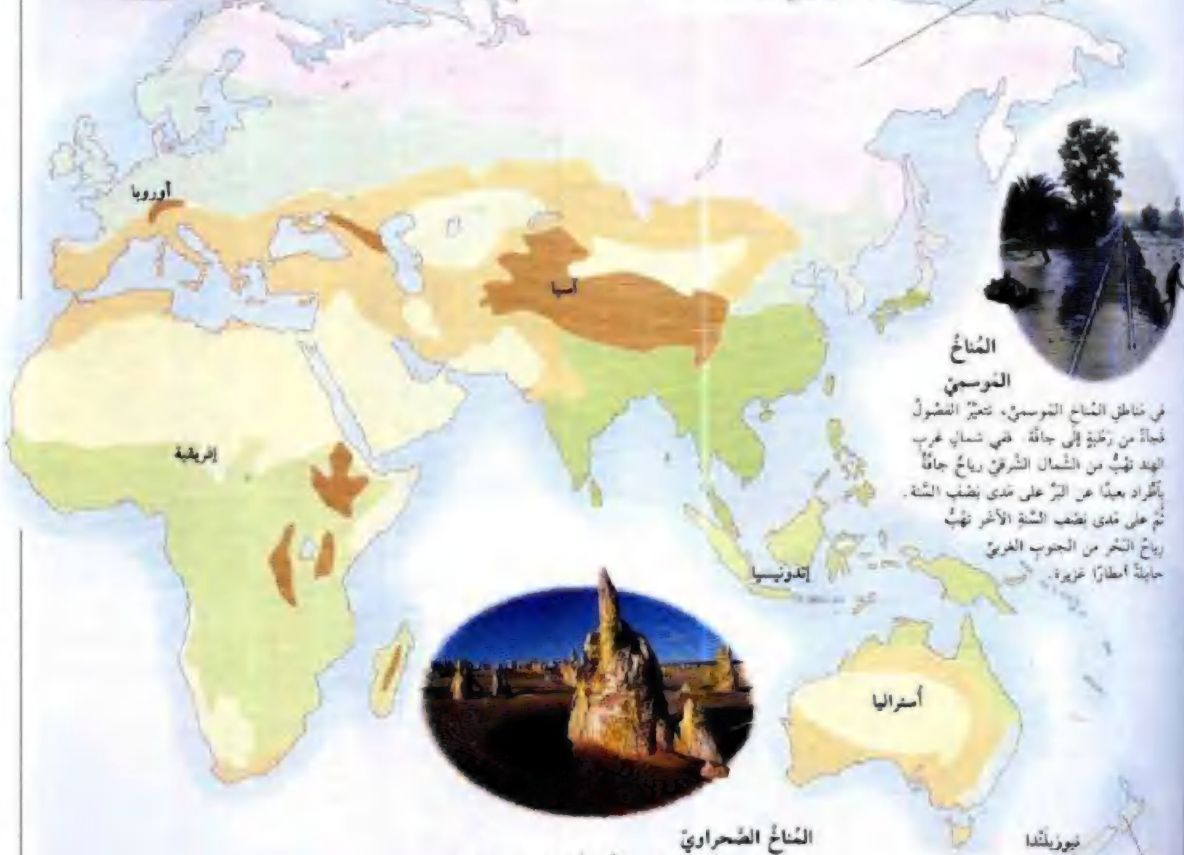
السماعات الصغيرة قد تختص
بمناخ معين يسهي مناخا
معتريا . فمعظم المدن مغطاة
بكتلة هوائية دافئة تدعى «جزيرة
حرارية» استغل بحوالي ٦٠
من الهواء خارج المدينة . هذه
صورة التقطها سائل فضائي
خاص لمدينة باريس ، يفرسها
السماعات الأكثر حرارة
باللون والسماعات الأبرد
بالأخضر .





المناخ القطبي
مناخ الانسكا قُطُوباً باردة جداً وجافاً تصنّفه رياح قُوَّة، والشمس قُوَّةاً خفيفة في الأقطاب حتى في مُنتصف النهار. ترتفع درجة الحرارة شيئاً بالقرّب من الشواجل إلى حوالي ١٠°م فقط. أمّا في المناطق الداخلية فباردة أشد بكثير.

المناطق القطبوت
المناخ بارد
خفيفة كمية المطر
وشيفها قصير.



المناخ الموسمي

في مناطق المناخ الموسمي، تتغير الفصول فجأة من رطوبة إلى جافة. في شمال غرب الهند تهب من الشمال الشرقي رياح جافة بالقرّاد بعيداً عن البر على مدى نصف السنة. ثم على مدى نصف السنة الآخر تهب رياح البحر من الجنوب الغربي حاملةً أمطاراً غزيرة.



المناخ الصحراوي

في مناطق المناخ الصحراوي تقل كمية المطر الساقط سنوياً عن ٢٥ سم. ولا توجد عادة سحُب تعكس حرارة الشمس نهائياً أو تخففه الدّقة قليلاً. لذا فالهواء حار جداً (قد تبلغ فيه درجة الحرارة ٥٢°م). والليل بارد جداً. هذه صحراء الأبراج الطبيعية في غرب أستراليا.

في مناطق المناخ المعتدل القليل من هطول المطر على مدار السنة، ويكون الصيف حاراً نوعاً ما والشتاء بارداً.

تصميم المباني لثلاث المناخات

يُصمّم الناس بيوتهم ليتلائم مع المناخ. في أقصى الشمال، حيث المناخ شديد برودة، تُشاد البيوت المكوّنة من قطع الثلج والتجليد كأكوام الإسكيمو المكوّنة. وفي المناخ الحار، تُجعل البيوت فسيحة قليلة الجدران الداخلية فيما يُيسّر دوران الهواء. وفي المناطق الموسمية تُشاد البيوت غالباً مرفوعة على ركائز لتفادي غمر المياه. وفي المناخ الصحراوي، تُطلى المباني باللون الأبيض ليعكس حرارة الشمس. وفي الأماكن التي تهب فيها الرياح شديدة الشدة تُجعل البيوت شديدة الانحدار كي يترنق الثلج عنها بسهولة.

أزيد من المعلومات المناخ
انخفاض الحرارة من ١٤٢
القطب من ٢٤٣
المناخات المعتدلة من ٢٤٦
ارتفاع الحرارة من ٢٥١
الصحاري من ٣٩٠
مناطق القطب والثلج من ٣٨٢
الجبال من ٣٨٤
حقائق ومعلومات من ٤١٦



بيت شديد
انحدار الشلف
في سويسرا



بيت متوسط باللون
الأبيض في مصر،
إفريقية



بيت مرفوع على
ركائز في الهند،
آسيا



تكون مكوّنة في
الانسكا، بالمرطقة
الشمالية

المناخات المتغيرة

مناخات العالم دائمة التغير. في الماضي، كان العالم أحياناً أكثر سُخونة مما هو عليه اليوم، وأحياناً أكثر برودة. فمُنذ أكثر من ٦٥ مليون سنة، أيام كانت الديصورات تجوب الأرض، لم يكن هنالك قلائس جليدية قطبية، وكانت النباتات المدارية تغطي ما هي اليوم مناطق معتدلة. وخلال بعض الأوقات في الجليون سنة الماضية امتدّت المثاليّ الضخمة والبطءات الجليدية من مناطق القطبين لتُغطي مساحات شاسعة من سطح الأرض. وقد نكون مُقبلين مُستقبلاً على عصرٍ جليديّ، أو ربّما مداريّ، جديد - لأنّ المناخات تتغير، لا طبعياً فقط بل، بواسطة الأنشطة البشريّة أيضاً.



دراسة حلقات الشجر

يسلط العلماء دراسة حلقات الشجر في القطب القديم لإعطاء تقديرات المناخات، ولهذا ما يُعرف بعلم المناخ الشجري. فخلود أشجار الصنوبر الكاليفورني الهلي الكيوان تُبين المناخات التي سادت منذ ٩٠٠٠ سنة حتى اليوم - حلقة الشجر الشبيكة تعني قسماً ملائماً لشجر الأشجار في تلك السنة؛ فيما تعني الحلقة الرفيعة قسماً بارداً جداً أو جافاً جداً.

الجليد الأقصى

العصر الجليديّ الأخير كان في أوجِه مُنذ حوالي ١٨٠٠٠ سنة. فامتدّ الجليد من القطب الشماليّ حتى الصحاري الكبرى، في أمريكا الشماليّة، جنوباً، كما غطى معظم بريطانيا واسكتلندا. وكانت هنالك قُتل جليدية أصغر في نصف الكرة الجنوبيّ.



العصر الجليديّ الكبير

يُعتقد العلماء أنّنا نعيش اليوم في عصرٍ دافئٍ بين عصريّين جليديّين. فخلال عصور جليديّ سالفٍ امتدّت القِطاعات الجليدية فوق أمريكا الشماليّة وشمال غرب أوروبا وروسيا. ولعلّها غطت جرينلاند والقارة القطبية الجنوبيّة مُعظم الوقت. لكنّ بأفكار مُضادة. ويُقدّر بعض علماء المناخ أنّ الأرض شهدت فترات دافئة فاصلة بين ١١ عصرٍ جليديّ على الأقلّ خلال عَصْرِ جليديّ كبير بدأ منذ ٣ ملايين سنة.



الغطاء الجليديّ اليوم

يبدو لنا الغطاء الجليديّ في وقتنا الحاضر عادياً بأمتداده على مساحات صغيرة نسبياً لكنّ الأرض، على مدى تاريخها الطويل، قدما أحدث هذا القدر منه.



العصر الجليديّ الصغير

العالم كان أبرد مما هو عليه اليوم بشكل ملحوظ على مدى مُعظم الألف سنة الماضية. فقد شهد فترة باردة بين سنة ١٥٥٠ وسنة ١٨٠٠ عُرفت بالعصر الجليديّ الصغير. وفي أسوأ فصول الشتاء الباردة في القرنين السابع عشر والثامن عشر، شغل التجمّد حتى نهر التيمز في لندن، وانكسرت، فأقيمت معارض الشتاء فوق النهر المُجمّد. وحتى مُنذ عهد قريب، عام ١٨٩٥، تجمّد نهر التيمز جزئياً، كما تُبين صورة جسر لندن أعلاه. وتنبأ به ارتفاع مُعدّل درجة حرارة العالم بنصف درجة سيلسيوس (مئويّة).

جينس كزول

العالم البريطانيّ، جينس كزول (١٨٢١-١٨٩٠) نشأ في بيرث باسكتلندا، وترك المدرسة في سنّ الثالثة عشرة، لكنّه تابع دراساته بِنَفْسِهِ. ويُعدّ أنّ تقلّب في وظائف عديدة، حتّى عام ١٨٥٩، قُبِلَ لِمُنتخب الأندرسون في غلاسكو، باسكتلندا. وفي عام ١٨٦٤، نشر نظريّة مُقارناتها أنّ الغُصُور الجليدية قد سبّبتها التغيّرات في ميلان محور الأرض وفي مدارها حول الشّمس، كما لحظ كزول أنّ هذه التغيّرات، التي تعاقبت على دُورات استُدّت آلاف السنين، سبّبت تغيّرات في تساوي القُصُول، وهذا يوفّر كان السبب في دفء الأرض أو بُرودتها.

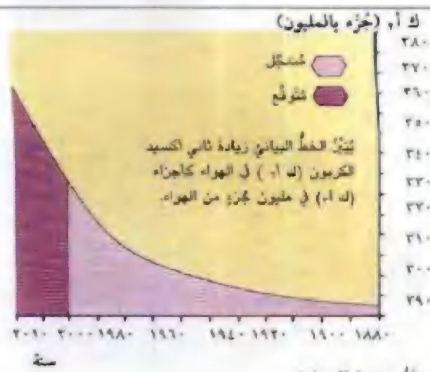


الشوران البركاني

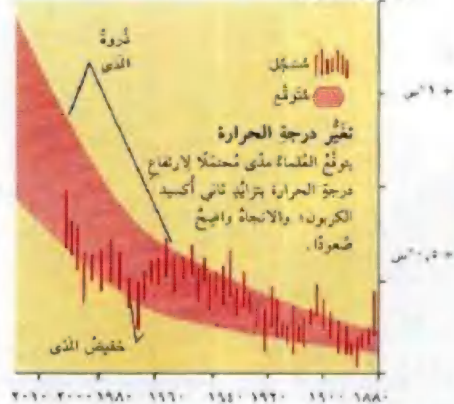
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
 $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$
 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$



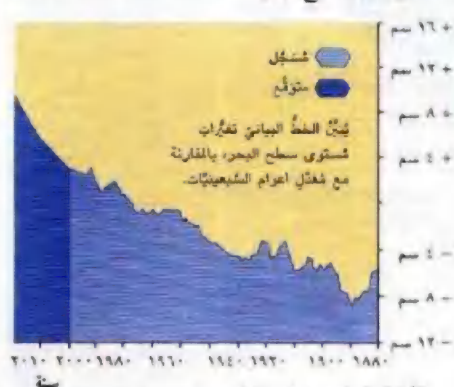
قرايد ثاني أكسيد الكربون
يحرق الناس الفحم والنفط،
ويذرون الغازات التي تستقر
أشجارها ثاني أكسيد
الكربون. ونتيجة لذلك
أزدادت كمية ثاني أكسيد
الكربون في الهواء بنسبة ٢٥
بالمائة منذ العام ١٨٨٠.



تغير درجة الحرارة



تَغِيرُ مَسْنَوِي سَطْعِ الْبَحْرِ



تَغِيْرَاتُ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ

وافتقار الانخفاض الإجمالي لتسوية سطح البحر منذ العام ١٨٨٠ مع
نطاق درجة الحرارة. وهذا يتوافق تماماً مع مقدار التمدد المتوقع
طبقاً للحسابات العليا فيما لو سُمِّحت بـ نصف درجة هيلسيوس.

أَرْضِ نَعْمَ مُسْتَبَلًا

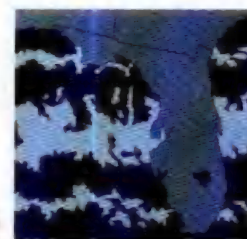
مناطق العالم الحفيدة سُمِّيتُهَا الدَّقَائِرُ الشَّامِلُ
(١) مَا أَتَتْهُ الْخَشْوَةُ الْعَالَمِيَّةُ وَأَرْفَعَتْ سَمَوَاتِي
سَطْحَ الْبَحْرِ. وَلَمَّا انْتَفَحَ الْعَاصِمِيُّ الْمُقَابِلُ
فَانْزِعَ أَرْفَاحُ ٢٣ فِي سَمَوَاتِي سَطْحَ الْبَحْرِ عَلَى
مُلْكِيَّةِهَا، بِالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ، وَتَمَكَّنَ حَدُوثُ
هَؤُلَاءِ عِلَالِ الْمَتَةِ الْفَتَاةِ.

المزيد من المعلومات أنظر

تَكْوِينُ الْأَرْضِ ص ٢١٠
الْبَرَائِكِينَ ص ٢١٦
الْجَبَلُ وَالْقَضَائِعُ ص ٢٢٨
الْفُجُورُ وَتَرْجُمُهُ ص ٣٦٢
قَوَارِئُ فِي الْخِلَافِ الْغَيْبِيِّ ص ٢

الْحُمُومُ الْعَالَمِيَّةُ

هالك أسباب طبيعية يستنسخ حر الأرض، لكن التامن أيضا يسهون في الحمو العالمى بقرط
استاجهم نالي أكسيد الكربون وغازات أخرى تعرف بغازات الدفنيات. هذه الغازات تخزن
الحرارة، وتحتفظ بها أن تستمر إلى الفضاء. فهي بذلك تفرز ظاهرة الدفنيات. وإذا لم ينجح
تدافق نالي أكسيد الكربون وغازات الدفنيات الأخرى في التجر فسيفسخ العالم بسرعة.
ومن التوقع الحاسوس الشاقيل زيادة درجات الحرارة عام ٢٠١٠، بالمقارنة مع درجات
الحرارة عام ١٩٥٠.



فتواهد المناخات الغامرة

سُيِّمَ السَّاحُ الْغَارِي فِي هَذِهِ الْجِدَارِيَةِ الْكُفَيْفَةِ الْقَدِيمَةِ
الَّتِي تَطْلُقُ قَوَاسِي لَرْعِي فِي الْهَيْضَةِ الْجَرَارِيَةِ
يَاوُفِيَةِ، وَهَذِهِ الْهَيْضَةُ صَحَارَوِيَّةٌ حَالِيًا، وَعَصَابَةُ
الْشَّيْخِ هِيَ فِي تَسْمٍ مِنْهَا نَبْجَةٌ طَبِيعِيَّةٌ تَغْيُرُ
السَّمْعَ، كَمَا أَنَّ لِلْأَنْبَسَةِ الشَّرِيَّةِ دَوْرًا فِيهَا أَيْضًا.

الجَوّ

الحياة على كوكب الأرض ما كانت ممكنة بدون الجوّ، فهو الغلاف الغازي الذي يقيها شعّ الشمس ويوفر ظروف الحياة الملائمة لمعيش الحيوانات والنبات. الكواكب الأخرى لها أجواء أيضا لكنها مختلفة جدًا. فجوّ الزهرة كثيف ثقيل يزيد ضغطه مئة مرة عن الضغط الجوي على الأرض. وتلّف جوّ الزهرة سحب كثيفة تزيد من قدرته على احتباس حرارة الشمس فتصل درجة الحرارة إلى ٤٨٠°س، مما يجعل تواجده الماء في حالة السيولة معدومًا. بالمقارنة، فإنّ جوّ المريخ رقيق (ضغطه جزء في المئة من الضغط الجوي على الأرض) فلا يعيق شعّ الحرارة التي تصله، على قلبها، بسبب بُعد الكوكب، فتهدّ درجة الحرارة إلى -١٢٠°س، مما يستحيل معه تواجده الماء سائلًا. وهكذا يلاحظ أنّ الظروف المتوافرة في

جوّ الأرض، وهي وسط بين الظروف على المريخ وعلى الزهرة، هي الظروف المثالية للحياة كما نعرفها.

طبقات الجوّ

يتألف الجوّ من خمس طبقات رئيسة هي: الغلاف السفلي (التروبوسفير)، والغلاف الطبقي (الستراتوسفير)، والغلاف المتوسط (الميزوسفير) والغلاف الحار (الثيرموسفير)، والغلاف الخارجي (الإكسوسفير). وتختلف الهواء بالارتفاع، لذا يتوزع مختلف الجبال العالية بالأكسجين للنفس. فالغلاف الجوي السفلي هو الطبقة الوحيدة التي نستطيع الكائنات الحيّة التنفس فيها طبيعيًا.



نطاق حول الأرض

هذه الصورة الملتقطة من الفضاء عند قروب الشمس، تُظهر تغيّلات الهواء الشبابة الارتفاع (والمختلفة الكثافة) كما تُرى جيب نطاق الغلاف الجوي يستقبل أشعاه ينيًا.

الثيرموسفير

الميزوسفير

الستراتوسفير

طبقة الأوزون

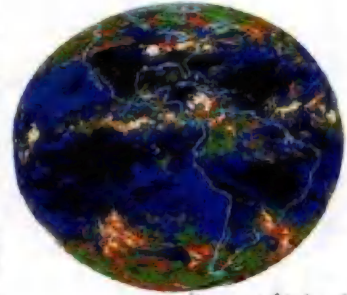
التروبوسفير

الستراتوسفير

يمتد الستراتوسفير إلى ارتفاع يقارب ٥٠ كم فوق سطح الأرض وتتراوح درجة الحرارة في هذه الطبقة من حوالي -٦٠°س في أسفلها إلى ما فوق درجة التجمّد قليل في قمتها العلويّة. وتتميز الستراتوسفير على طبق من غاز الأوزون تمتص الأشعّة فوق البنفسجية الضوئية من شعّ الشمس. ويقلّ التلوث الشرائد أحدث تظهر تقوّب في طبقة الأوزون هذه.

التروبوسفير

الظروف والأحوال الجوية تتحدّد في طبقة الغلاف السفلي المعروفة بالتروبوسفير. ويمتدّ هذه الطبقة ارتفاعًا حتى ١٠ كم فوق سطح الأرض عند خطّ الاستواء، وحوالي ١٠ كم عند القطبين. وتتركّز فيها ٩٠٪ كتلة الغلاف الجوي كلّها.



تصوير الأرض من الفضاء

تستطيع الأقمار الفضائية أن تلتقط صور للأرض بثلاثة أطوال موجيّة مختلفة في الوقت نفسه، فالصور بالأشعة فوق البنفسجية تبيّن تغيرات درجة الحرارة - بالأزرق والأخضر والأحمر والأبيض، من الحارّ إلى البارد. وتبيّن الصور العادية البنية والبيضاء، كما تُبيّن صور أخرى كثيئة بخار الماء في الهواء.

الإكسوسفير

ترتفع طبقة الغلاف الجوي الخارجي قرابة ٩٠٠٠ كم فوق سطح الأرض. والهواء فيها رقيق قليل الكثافة جدًا، وتتميز جزيئات الغاز منه بالإفلات نحو الفضاء الخارجي.

الثيرموسفير

يرتفع أعلى الثيرموسفير حوالي ٤٥٠ كم فوق سطح الأرض. وهذه الطبقة هي الأشدّ حرارة، لأنّ جزيئات الهواء القليلة فيها تمتصّ الإشعاع الزائد من الشمس، فتصل درجة الحرارة في أعلاها ٢٠٠٠°س.

الميزوسفير

يرتفع أعلى الميزوسفير قرابة ٨٠ كم فوق سطح الأرض. ولهيكلة درجة الحرارة في الميزوسفير إلى ما فوق -١٠٠°س وهي أسكن في قمتها السفلي لأنّه يكتسب حرارة من الستراتوسفير أدناه.

ارتفاع الغلاف الجوي

يمتدّ الغلاف الجويّ عمقًا فوق سطح الأرض حوالي ١٠٠٠ كم. وقد يبدو ذلك كثيرًا، لكنّه ليس كذلك بالثغرة حتى مع المسافات على سطح الأرض. فالتساقط في سيارة سباني يقطع جيل هذه المسافة في بضع ساعات، وفي جيل هذا الوقت تستطيع أمّ البشري مسافة أكثر من ارتفاع التروبوسفير.

٩٠٠٠ كم



طبقة الغلاف

يُسمى الغلاف الجوي (التروبوسفير) أحياناً طبقة الغلاف، فهو الطبقة التي يحدث فيها الخلط الحراري - حيث يرتفع الهواء الساخن ويهبط الهواء البارد ليُخلط مخلطاً. كما تتكون السحب في هذه الطبقة أيضاً، خاصةً معها الأمطار والثلوج. ويُحسب السحب في التروبوسفير لأن الغلاف الطبقي (الستراتوسفير) فوقه أسخن، فيشكل غطاء له. أما درجة حرارة التروبوسفير فتتغير من مُعْدِل ١٥°س في أسفله (سطح الأرض) إلى - ٦٠°س في أعلاه المُسمى التروبوبوز (منطقة الرُّكود).



جيمس هانسن

كان المُطارد الإنكليزي جيمس هانسن (١٨٠٩-١٩٠٣) من المُتنبئين بدراسة التغير أيضاً. وقد صعد بشخصية جري كوكسويل في مُطارد إلى أعالي التروبوسفير فأكتشف مُتأخراً أن درجة الحرارة بالارتفاع - درجة لكل ارتفاع ١٥٠م. وفي إحدى طلعاته المُطاردية أُعجب على جيمس لأنه لم يَحْسُ مَرُوحاً بجهاز أكسجين للنفَس ولا بِمِرَّةٍ مُكَيِّفَةٍ. وفي العام ١٨٤٨، بدأ جيمس يُعَدُّ النشرة الجوية لجريدة «الديلي نيوز» اللندنية للفترة الأولى في أوروبا. كما أعد أيضاً بعض جداولي الطقس اليومية الأولى.



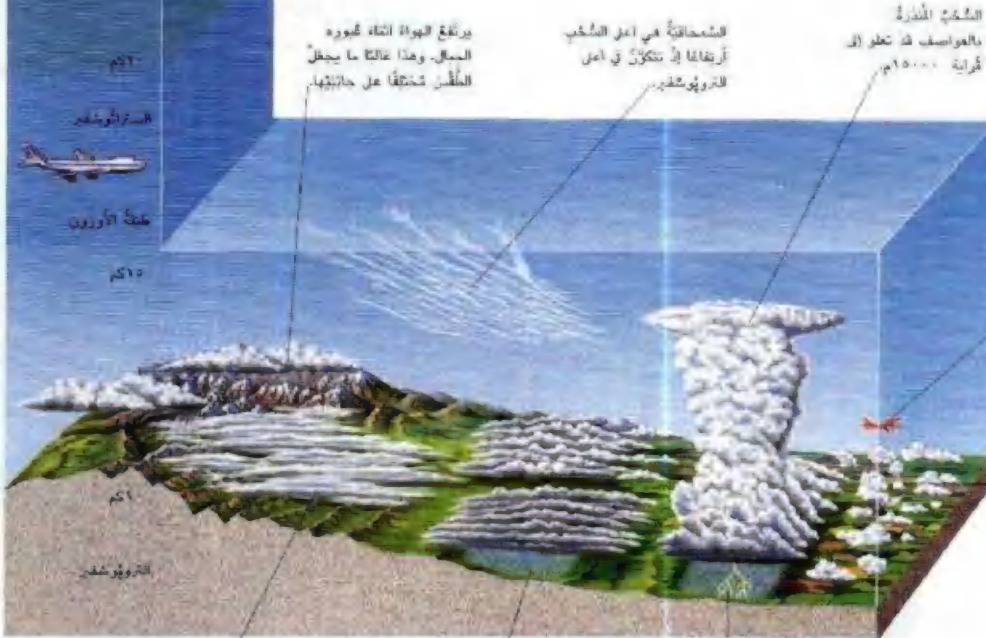
يرتفع الهواء أثناء عبوره السطح. وهذا غالباً ما يحدث للطقس مُستقيماً على جانبيه.

الشمس هي أعلى السحب ارتفاعاً إذ تتكون في أعلى التروبوسفير.

السحب المُدَارَة بالعواصف قد تغطي قرابة ١٥٠٠٠م.

الطيران غير التروبوسفير قد يكون كالجبال في الغلاف الجوي المُتكون.

تتكون السحب الصغيرة بينما تتكون السحب من ارتفاعات مُختلفة من الهواء البارد المُتجمد.



جميع السحب تقريباً تتكون في الغلاف أو الاثنى عشر كيلومتراً المُتكون من فوق.

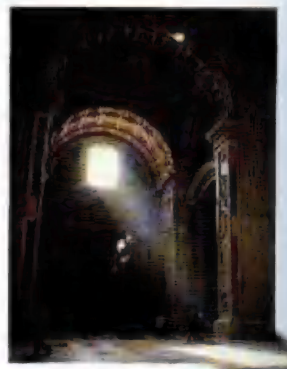
الهواء مُشبع بخار الماء الذي يتكثف مُتطراً سائناً في بعض السحب ويتساقط مطراً.

التي تُسمى تراكُم الكهرباء الساكنة في السحب التي تُرافق العواصف.

مزيد من المعلومات
كيمياء الهواء ص ٧٤
انقلاب الحرارة ص ١٤٢
السحب ص ٢٦٠
تكون السحب ص ٢٦٦
النسب بالاحوال الجوية ص ٢٧٠
مُطارد والزهرة ص ٢٨٦
البحر ص ٢٨٩
ثورات في الغلاف الجوي ص ٣٧٢
البشر وكوكبهم ص ٣٧٤

تلوث الهواء

يُسمى أحياناً الشمس السُحابة عَرَب هذه النافذة في كاتدرائية القديس بطرس في روما، إيطاليا. أن الهواء يُعَدُّ بِجُسيمات الغبار والأوساخ التي لا تُشاهد في مُعظم الأوقات. ولم يُعَلَّن مُبدئاً أن السُحابة خارج نافذة في يوم قائم هادئ جاف ثم تتغير بعد عدة ساعات، سحابة أن السُحابة قد أُنشِئ بتلويث خارجي - بِمُخاضٍ إذا كنت في مُنطقة صناعية. مُخاض المصانع وأجهزة السيارات تُلوِّث الهواء وأحياناً تُخسب بعض المُلوِّثات في الطبقة المُتأخمة للأرض فُسبب للناس مشاكل في النفَس والتهابات في العيون.



ضَغْطُ الهَوَاءِ

يُحِيطُ بنا الهواء من كُلِّ جانب وقد نُحَسُّ به ولكننا لا نراه. ضَغْطُ الهواء (أو الضَغْطُ الجَوِّي) هو القُوَّةُ التي يَضَعُطُّ بها وَزْنُ الهواء على سَطْحِ الأرض فيُعَلِّ الجاذبيَّة. إِنَّكَ لا تَشْعُرُ بهذا الضَغْطِ لأنَّ في داخل جَسْمِكَ ضَغْطًا مُساويًا مُضادًا. في مُستوى سَطْحِ الأرض، يكوْنُ ضَغْطُ الهواء على أشَدِّه يَفْعَلُ وَزْنَ الهواء القُوَّةَ الضاغِطَ إلى أسفل، لِكِنِّه يَنَاقِضُ بِالارتفاعِ بسبب قِلَّةِ الهواء الضاغِطِ حينئذٍ. وَنُلاحظُ أنَّ سَلْقَ البَيْضِ في الارتفاعاتِ العالِيَةِ يَحْتَاجُ إلى قِطْرَةٍ غَلِيظَةٍ أَطْوَلَ لأنَّ الضَغْطَ الخَفِيفَ يَجْعَلُ المَاءَ يَغْلِي على دِجْرَةٍ حَرارَةٍ أَخْفَضَ من ١٠٠°س. كذلك فإنَّ مَقاصِرَ الطائِرَاتِ المُحَلِّقَةِ عالِيًا في الجَوِّ مُكَيَّفَةٌ الضَغْطِ بحيثُ يَتَوافَرُ فيها ما يَكْفِي من الهواء لِلتَنَفُّسِ.



خَرائِكُ الضَغْطِ

يُقاسُ الضَغْطُ باليُني بار (ملب).
على حِراطِ الطقسِ لُوحًا جَمِيعُ
سَاطِطِ الضَغْطِ السَّاعِي
بشَّتْشِي يَنْشِئُ عَطْلًا لِسَاوِي
الضَغْطِ (أيسوار)، وبذلك يُمكنُ يَسْهُولًا
تَمييزُ مَناطِقِ الضَغْطِ العالِيِ والخَفِيفِ.



البارومترات

يُقاسُ ضَغْطُ الهواء بالبارومتر.
والبارومتر السَّعْدِيّ، أَشْبَهُ بِسَاعِدَةٍ
مَكْتُوبَةٍ، وَهُوَ يَحْوِي غَلِيَّةً مَعْدَنِيَّةً
مَسِكَةً مُرَقَّعةً من الهواء يَتَّصِلُ
بِهَا مُؤَشِّرٌ. عَندَما يَرتَفِعُ ضَغْطُ
الهواء، تَنضَغُظُّ الغَلِيَّةُ إلى
الداخِلِ فيَنُتَرَكُ
المُؤَشِّرُ مُبَيَّنًا التَغْيِيرَ
على مَدَالَةِ القِياسِ المُدْرَجَةِ
وَيُستَدَلُّ بِتَغْيِيرِ ضَغْطِ الهواءِ
على أَحْوالِ الطقسِ المُتَوَقَّعةِ.



الضَغْطُ مُبَيَّنٌ بِالْيُني بار
وبالتَّكْلِيوعِرامِ على السَّنتِيْمِترِ المُرَقَّعِ.

الشَّغْطُ وَالارتفاع

يَنَاقِضُ الضَغْطُ الجَوِّي
وَأَنْتَ تَسَلُّقُ جَبَلًا. وَتَبيِّنُ
ذلكَ هُنا بِقِياسِ الضَغْطِ
السَّعْدِيّ في كُلِّ من مَدِينَتِي
كولمبِيوسون ولَايَا في جِبالِ
الأنديز، بِبُولِيڤِيَا.

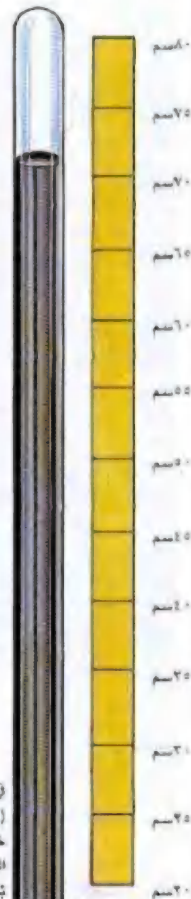


الضَغْطُ العالِي والخَفِيفُ

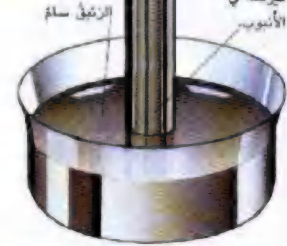
يَخْتَلِفُ ضَغْطُ الهواءِ بَيْنَ مَكَانِي وَآخَرَ. فَإِذَا كانَ الهواءُ بارِكًا كَثِيفًا يَزيدُ
ضَغْطُهُ على سَطْحِ الأرضِ. وَلَمَّا كانَ نَراضُ الهواءِ يَرتَفِعُ من دِجْرَةٍ حَرارَتِهِ
فإنَّهُ يَرافِقُ ذلكَ طَفَسٌ جَيِّدٌ. في المَقابِلِ، فإنَّ الهواءَ إِذَا سَخِرَ نَقَلَ كَثافَتَهُ
فَيَرتَفِعُ وَيَقِلُّ ضَغْطُهُ على سَطْحِ الأرضِ. والهواءُ السَّاخِنُ أَيضًا قد
يُتَخَرَّ مَاءً من البَحارِ وَيُشْجِلُهُ إلى الجَوِّ مُكوِّنًا سَحَابًا. وَلَذا فإنَّ
الضَغْطَ الخَفِيفَ قد
يُجْلِبُ المَطَرَ.



في شَلْخَفِيسِ جَوِّي
(مَناطِقَةُ ضَغْطِ
خَفِيفِ) يَرتَفِعُ
الهواءُ فَيَتَكَثَّفُ
بِحَازَةِ سَحَابٍ.



السَّنتِيْمِترِ الواحدُ =
١٣,٣٣ يُني بار
يَشمَعُ الهواءُ
عَطْلًا عَنِ الزَّئبِقِ
فَيَرفِلُهُ في
الأنبوبِ.



تَغْيِيرُ الضَغْطِ

الأنبوبُ الزَّجَاجِيُّ المَمانُ في طَلَسِ تَكشُوفِ من
الزَّئبِقِ وَسِيلةً يَسِيطِلُهُ لِمُشَاهَدَةِ تَغْيِيرَاتِ الضَغْطِ
فِيغَيَّرَاتِ الضَغْطِ أَرْتِفاغًا أَوْ أَنْخِفاضًا بِتَغْيِيرِ
مُستَوى الرَّتْقِ داخِلِ الأنبوبِ.

لِزِيدِ مِنَ المَعلُومَاتِ المَطَرِ

- الجاذبيَّة من ١٢٢
- الضَغْطُ من ١٢٧
- البَحْرُ من ٢٤٨
- الجَبَهاةُ السَّاخِنةُ من ٢٥٣
- تَكَوُّنُ السَّحَابِ من ٢٦٢
- التَّكَلُّفُ بِالأَحْوالِ الجَوِّيَّةِ من ٢٧٠

درجات الحرارة

تختلف مناطق الأرض بين حارة وباردة. فمثلاً يبلغ مُعدّل درجّات الحرارة ٣٤°س في قُلول بالحبشة؛ فيما يبلغ -٥٦°س في مركز پلائو للأبحاث بالقارة القطبية الجنوبية. وتبلغ درجات الحرارة دائماً حدّها الأقصى في مناطق خط الاستواء، وخاصّة حيث تتعدّم السحب فتصل حرارة الشمس إلى الأرض دون عائق. بينما تبلغ حدّها الأدنى في المناطق البعيدة عن خط الاستواء، وأيضاً حيث تتعدّم السحب فتقلّ الحرارة بسهولة إلى الفضاء. وتعتمد درجة الحرارة أيضاً عكسياً على بياض الموقع، وهو مُعدّل ما يعكسه سطحه من شع الشمس الواقع عليه. فمناطق الثلج والجليد العالية البياض تعكس الإشعاع الشمسي إلى الفضاء، فتبقى درجات حرارتها خفيفة؛ فيما تمتص الأراضي الجرداء والغابات مزيداً من الإشعاع فتبقى دافئة حارة.



درجة الحرارة الأعلى

أعلى درجة حرارة سُجلت حتى اليوم كانت في الغريزة، ليبيا على تفرّج من الصحراء الكبرى، وبلغت ٥٨°س في الظل.



تغيّرات درجات الحرارة

تغيّرت درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الأربع والعشرين، فتكوّن خفيفة ليلاً وعالية نهاراً. وفي المناطق الواقعة بين خط الاستواء والقطبين قد يتّبع مدى التغيّر اليومي في درجات الحرارة ١٠°س.

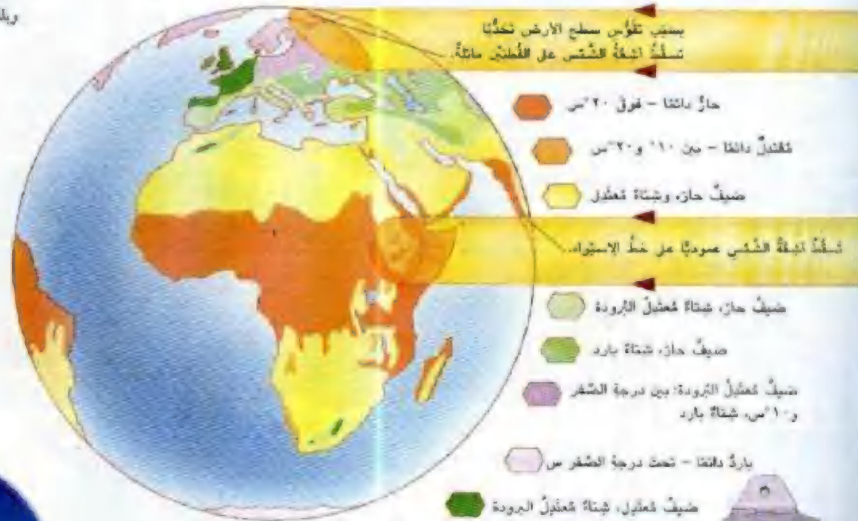


أبرد مكان على الأرض

أقنى ما سُجّل من درجات الحرارة على سطح الأرض كان في مركز فوسنوك بالقارة القطبية الجنوبية، حيث بلغت -٨٩°س في ثور (نوفمبر) عام ١٩٨٣، وهي أبرد بكثير من درجة حرارة التجمّعات في يوتا.

لمزيد من المعلومات انظر

إتفال الحرارة	١٤٧
الفضول	٢٤٣
الشمس	٢٤٤
رُشد الطقس	٢٧٢
مناطق القطبين والفضاء	٣٨٢
الشمس	٣٩٠
حقائق وتعلّيمات	٤١٦



تلقّي حرارة الشمس

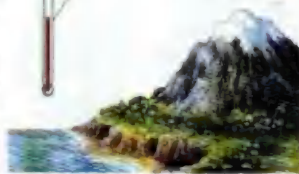
تختلف درجات الحرارة حول العالم نتيجة لطريقة سقوط أشعة الشمس على السطح. ففي مناطق خط الاستواء تسقط أشعة الشمس عمودياً على سطح الأرض - فتكوّن تلك المناطق حارة عادة. أمّا في مناطق القطبين، فتسقط أشعة الشمس على الأرض مُسطحة التيل فتتشرّح حرارتها.

في كولمبيسون، على غلّو ١٩°م، تسقط درجة الحرارة في شهر حزيران (يونيو) ٢٧°س.

في لاهار، على غلّو ٣٦.٥٨°م، يبلغ درجة الحرارة في شهر حزيران (يونيو) ١٧°س.

درجات حرارة الهواء

تُسخّن الأرض بِشع الشمس الساقط عليها، لكنّ الهواء يسخّن بالحرارة الصاعدة من سطح الأرض. لذا تكوّن قوّة الحمل دائماً أبعد من قاعدته - كما يتّبع من مُعدّلات درجات الحرارة لشهر حزيران في لاهار وكولمبيسون، بنوليفيا.



تُعدّل الشاطئ الصاعد في ظلّ ألويوب كوشراً يبقى على درجة الحرارة القصوى أو الدنيا التي تجعل إليها.



موازين الحرارة (الترمومترات)

يجب أن تُقاس درجة الحرارة دائماً في الظل، فتغيّر درجة الحرارة اليومية يُمكن قياسها بقياس نهايتي الحرارة المُشّية والصغرى، الذي يبيّن درجتَي الحرارة القصوى والدنيا لذلك اليوم.

الرطوبة



التكيف مع الرطوبة

العين الساعية تتكيف في الجو الرطب بخاضع لمن لم يتعود، لأنه يتعدى تبريد الجسم (بالعرق) في الهواء الرطب. لكن بالعمرين والممارسين يصبح الجسم أكثر فعالية وأحياناً لا. لقد قامت الرياضة البريطانية، إيفرون موري، على التدريب في ديفيز حيث الرطوبة عالية استعداده للمشاركة في مباريات الفولالات العالمية في طوكيو، باليابان، حيث الرطوبة أكثر بكثير مما هي عليه في بريطانيا.



الشجرة الجذوة داخل بيت المطاط تمتد في الطقس الرطب وتتقلص في الطقس الجاف. فهدر قرحاً ذوازا.



المرأة خارج بيت المطاط في الجو الجاف الرطوبة.

على القرص الدوار لحيثان على شكل دجل وأمرأة في الأجواء الرطبة تشدق الشجرة

الغلة بذوران القرص فيلتهز الرجل وفي الجو الجاف تتقلص الشجرة وتشدق القرص فتلهز المرأة.

قياس الرطوبة

نقاس كمية الرطوبة في الهواء بواسطة المراتب (الهيمرومتر) ويعرف من هذا المقياس أنواع مختلفة - كان أولها إسفنجة تمتص الماء من الهواء الرطب فتصبح أثقل. أما بيت الطقس فهو مرطاب بسيط يثبت رطوبة الطقس بأمتطاط شجرة في داخله. (بين الجفاف والإشباع يزداد طول الشجرة 3%).

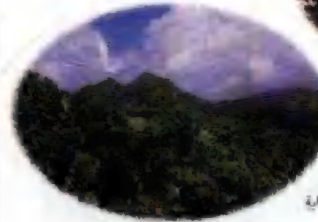
تزداد الزراعة في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة كبريطانيا وحوض البحر المتوسط.



الزراعة غسيرة في الصحاري، لهذه الصحراء في شبه جزيرة العرب، إشخ الماء فيها للناس والمواشي والأرروع



يقترن المطر في المناطق ذات الرطوبة العالية، فلوكرر طروداً مثالية ليمر الذبائك، كهذه الغاية المطيرة في جزيرة غمراندا.



تأثيرات الرطوبة

بخار الماء في الهواء مهم وضروري لبقاء الحياة؛ فحيث تنخفض الرطوبة إلى أقل من ١٠ بالمائة تكون الصحاري. أحياناً تنحس الأمطار المعتادة عن منطقة، وقد تعرض سكانها للجحافة. في المقابل، تنمو الأشجار بكثافة حيث الرطوبة مرتفعة.

فريدناند الثاني

كان دوق تسكانيا، فريدناندو دي ميديشي (١٦١٠-١٦٧٠)، عالماً ومخترعاً إيطالياً يعمل مع غاليليو. فاخترع عام ١٦٥٥ برطاب



النكائب - وتُحسب به رطوبة الهواء بقياس كمية الندى المتكاثف على سطح بارد. كما اخترع أيضاً ميزان الحرارة (الترموتر) الحديث ذا الأنبوب الزجاجي المسدود بطرفه خاصته تضمن عدم تأثير الضغط الجوي على نتائج قراءاته.

لزيد من المعلومات انظر

تغيرات الحالة ص ٢٠
الحرارة ص ١٤٠
تكون السحب ص ٢٦٢
الغبار والسحب والغيوم ص ٢٦٣
المطر ص ٢٦٤ ، رعد الطقس ص ٢٧٢
الصحاري ص ٣٩٠
الغابات المطيرة الاستوائية ص ٢٩٤

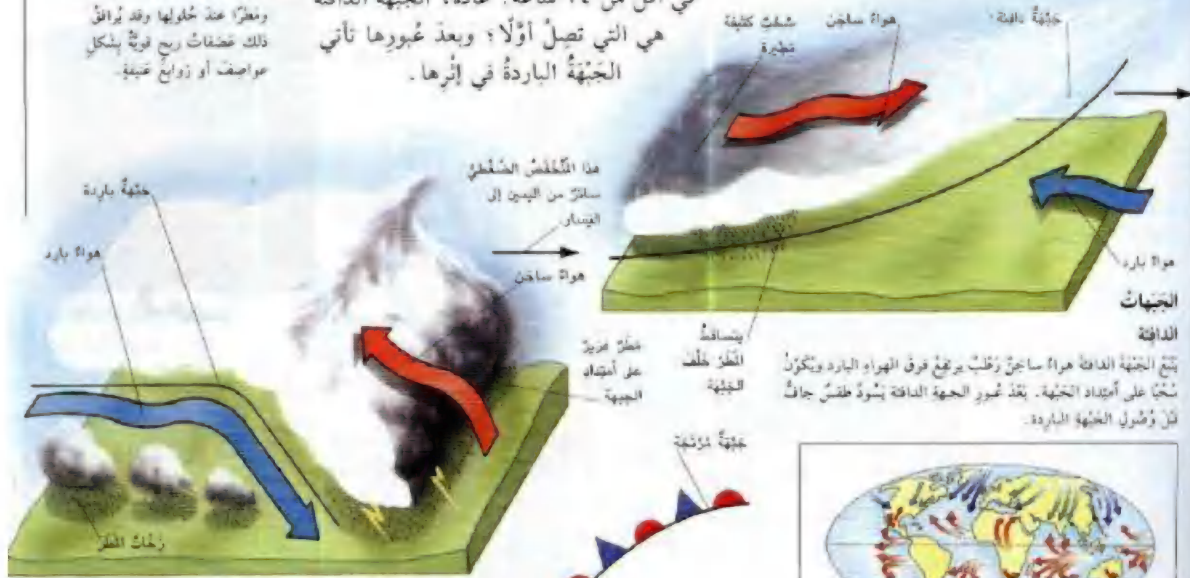
الجبهات المناخية



خلول جبهة باردة
تجلب الجبهة الباردة سحبًا
ومطرًا عند خلولها وقد يرافق
ذلك عصف رياح قوية بشكل
عواصف أو زوايع عيفة.



خلول جبهة دافئة
لا يتغير الطقس في البداية عند خلول الجبهة
الدافئة وتبدو أول دلائل التغير بظهور سحب
بسحابي رقيق في أعالي الجو يليها زيادة
سحابي
(سحاب رقيق)



الجبهات الباردة

الجبهة الباردة ورانها هواء بارد، وهي أكثر أنجدارًا من
الجبهة الدافئة. يتدفق الهواء البارد تحت الهواء الساخن،
فيرفعه يُعازل الماء ويتكثف سحبًا وأمطارًا. ومع انخفاض
خطوط الهواء تشتت الرياح. ويتجهب تقدم الجبهة غالبًا لرياحات
الظهر من السحب المطيرة المتقاطرة خلفها.

جبهة دافئة

جبهة باردة

خريطة الطقس

تُشكّل الجبهات
على خريطة الطقس بخطوط ذات أسلاك، أو
ذات خدبات، فالأسلاك تُبين الجبهة الباردة، بينما
تُشير الخدبات إلى جبهة دافئة. أحيانًا كثيرة، عند تحرك
المنخفض الجوي، تلحق الجبهة الباردة بالجبهة الدافئة، فتتأثر
الأسلاك، والخدبات على امتداد الخط. ومثلًا هذا حصة شائعة.

المزيد من المعلومات

- المنخفض ص ٢٤٤
- شدة الهواء ص ٣٥٠
- الرطوبة ص ٣٥٢
- السحب ص ٣٦٠
- تكون السحب ص ٣٦٢
- التساقط بالاحوال الجوية ص ٣٧٠



- جانب حار
- جانب بارد
- مناخ غلازي
- مناخ حار
- مناخ دافئ
- مناخ بارد
- مناخ حار
- مناخ بارد

الكتل الهوائية

تكون فوق أقسام مختلفة من الأرض أربع كتل
هوائية رئيسية؛ وهي تؤثر في طقس المناطق
التي تقع فوقها. تسوق الرياح تلك الكتل،
وحيث تتلاقى هذه الكتل وتزاحم يكون
الطقس متقلب جدًا.

الرَّيَّاحُ

الهواء لا يتوقف عن الحركة، وفي تحركه يحمل الحرارة والماء حول الكرة الأرضية فينتج الطقس في مختلف المناطق. تهب الرياح العالمية بسبب الفرق في ضغط الهواء ودرجة الحرارة بين مكان وآخر. فالرياح تهب من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط المنخفض، ويمكنك تبيان ذلك بتفني بالون بالهواء فيزداد ضغط الهواء بداخله، وعندما ندع الهواء يفلت، يتدفق الهواء كالريح إلى خارج البالون - حيث الضغط أخفض. والهواء الساخن أقل كثافة من الهواء البارد، فيرتفع في الجو تاركاً وراءه منطقة من الضغط المنخفض، يملأها الهواء البارد الذي يهبط ليتحل محلّه. إن دوران الهواء هذا هو الذي يكون الرياح.

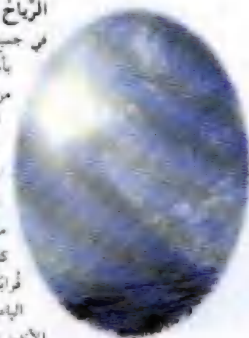


الرَّيَّاحُ الرَّئِيسِيَّةُ

الرياح الدائمة الهبوب في
المنطقة ذاتها من العالم
تدعى الرياح السائدة؛ وهي
تحدد أنماط الأحوال الجوية حول
الكرة الأرضية. ويتولد تحرك الرياح
السائدة إلى كون خط الانشواء يتلقى حرارة من
الشمس أكثر من القطبين، لذا يتدفق الهواء الحار
شمالاً خط الانشواء وجنوباً حيث يبرد. كذلك
يتأثر اتجاه الرياح بتدويم الأرض حول نفسها.

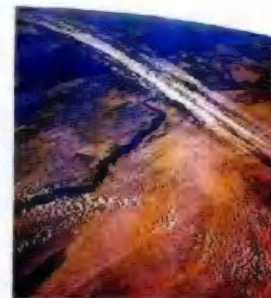
الرِّيحُ المَحَلِّيَّةُ

في جميع أنحاء العالم هناك رياح محلية منظمة تُعرف
باسماء خاصة كاللهن، مثلاً، وهي رياح جافة تهب
من جبال الألب في أوروبا. العاصفة المثبتة في
الصورة هنا تهب فوق مايزهورن في جبال
الألب ومن الرياح المحلية أيضاً الشهبون،
وهي رياح جافة تهب متدفقة شرق جبال
الروكي في أمريكا الشمالية، تسبب تغيرات
سريعة في درجات الحرارة والرطوبة. ومنها
كلارك رياح الخليج وهي تسمى بحرق مئتين بنشاً
قوة الشهباء في فريزفيل، بأستراليا. ومنها أيضاً
السياسر وهي رياح جليدية غربية باردة تهب من جبال
الأنديز في أمريكا الجنوبية.



إِتِّجَاءُ الرِّيحِ

يستخدم في الريح في الطائرات الصغيرة يُقَيِّم
قوة الريح واتجاهها بواسطة الطائرات. فالتحكم
الشخصي يعني أيضًا حقيقة رضاء. لكن عندما
يشتد هبوب الريح، يمتلئ الكلب بهواء متحرك
ويضيق عازما باتجاه هبوب الريح. ويوضف
الريح بالانحاء الذي تهب منه. فالرياح
الغربية، مثلا، تهب من الغرب، والرياح
الشمالية تهب من الشمال.



النَّيَّارَانِ الثَّقَاتَانِ (النافوربان)

على ارتفاع حوالي ١٠ كم فوق سطح الأرض
تدور ثيران نافوريان قربان حول الأرض -
واحدة في نصف الكرة الشمالي والأخرى في
نصف الكرة الجنوبي، وهذه الصورة
المنطلعة من الفضاء، تُبين القنار
نافوري في قمره، ولا يتعدى عرض
القنارين النافارين بضع مئات من الكيلومترات،
لكنهما يمتدان أحداً إلى نصف الكرة
الأرضي، ويهتزان عادةً بسرعة تقارب
٢٠٠ كم/ساعة أو أكثر، هذان الثيران عظيمتا
الأي في تركيب الجبال الهوائية الرئيسية
وبالتالي، فإنهما مهمتان في أسرار الطقس.

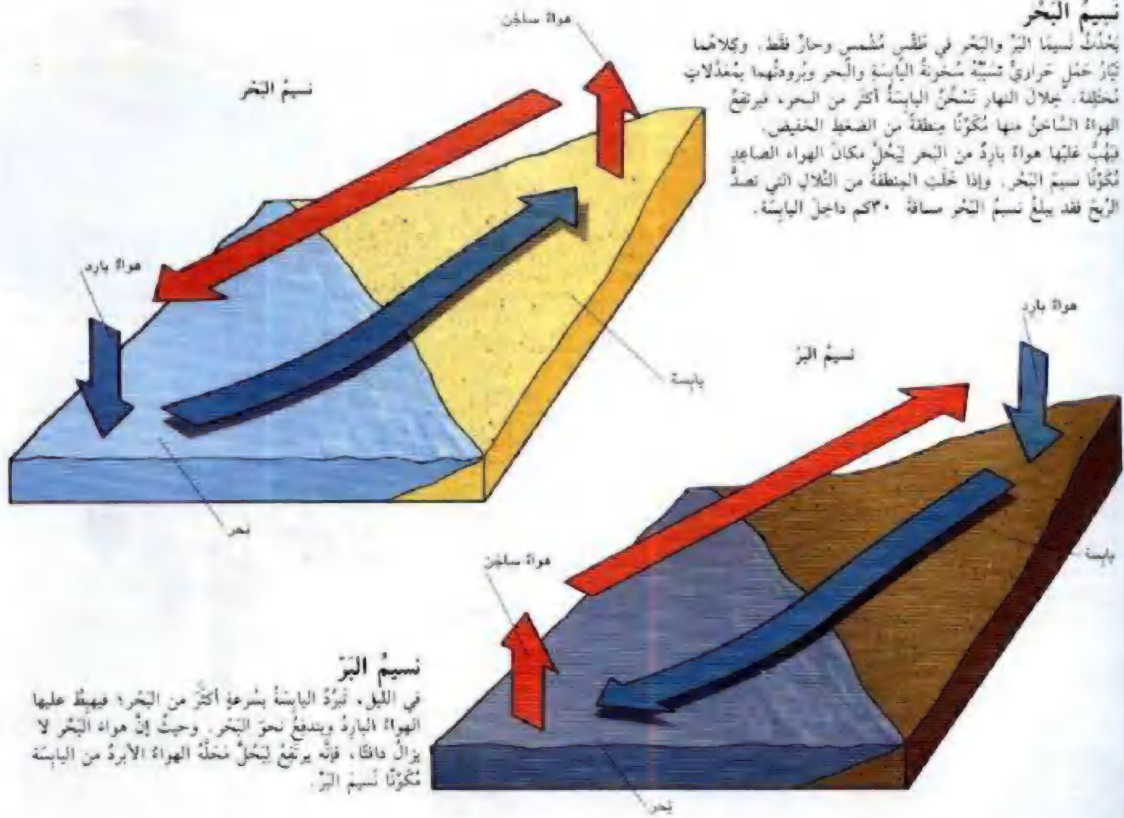


نِطَاقُ الرُّهُوَ الْإِسْتِوَانِي

تَمْتَدُّ عَلَى طَوْلِ خَطِّ الإِسْتِواءِ مِطْقَةُ
 مِنَ الصَّغَطِ الْخَفِيفِ، حَيْثُ تَتَلَقَّى
 الرِّيحَاجُ التِّجَارِيَّةُ. فِي هَذِهِ الْمِطْقَةِ،
 الْعُرُوقَةُ يَنْطَاقُ الرِّيحُ الْاِسْتِوَايَ،
 تَحْمَلُ الرِّيحُ، وَكَانَتْ حَرَكَةُ الشَّمْسِ
 الشَّرَاعِيَّةُ تَتَعَقَّلُ بِسَبَبِ حُرُوفِ الرِّيحِ
 فِي هَذِهِ الْمِطْقَةِ، وَقَدْ تَمَّ ذِكْرُهَا مِنْ
 الْعِلَامِ وَالْمَا بِأَيْتِجَارِ أَتْرَاجِهَا نَحْوُ
 الرِّيحِ التِّجَارِيَّةِ.

نسيم البحر

يُعدُّ نسيم البحر والبرّ في نفس الشمس وحاراً فقط، وكلاهما يكثر حمل حراريّ تشبّه سخونة اليابسة والبحر وبرودتهما بمعدّلات مختلفة. لجلال النهار تشعّن اليابسة أكثر من البحر، فيرتفع الهواء الساخن منها مُكوّناً منطقة من الضغط الخفيض، فيهب عليها هواء بارد من البحر ليحلّ مكان الهواء الصاعد مُكوّناً نسيم البحر. وإذا خلبت المنطقة من الليل التي تصدّ الرّيح فقد يبلغ نسيم البحر مسافة ٣٠ كم داخل اليابسة.



نسيم البرّ

في الليل، تبرد اليابسة بسرعة أكثر من البحر، فيهب عليها الهواء البارد ويندفع نحو البحر. وحيث إنّ هواء البحر لا يزال دافئاً، فإنّه يرتفع ليحلّ محلّه الهواء الأبرد من اليابسة مُكوّناً نسيم البرّ.

بَرْجُ الرّيح

في القرن الأوّل في م.م.، شيد عالم الفلك اليوناني، أندرونيكوس، برجا للرّيح، بنألت من ثمانية جوانب تقيس على كلّ جانب منها إلى الرّيح. وكان كلّ إلى يُعكّل نمط الرّيح الخاص به، فظهر بوريوس، إلى الرّيح الشماليّة الباردة، على شكل رجل عجوز مُرتدياً ملابس دفيئة، وتعرف موسيقاه على حدة مُحمّلة، بينما بدأ إلى الرّيح الشرقيّة الدافئة مُرتدياً ملابس خفيفة ويحمل فاكهةً وحجراً.



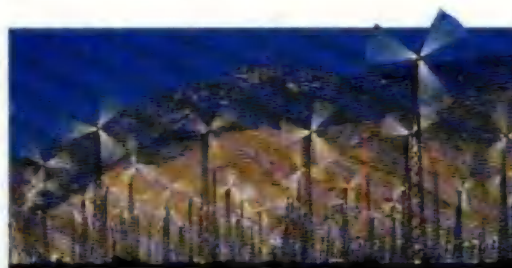
أرقام قياسية للرّيح

ساجلي جورج الخامس في القارة القطبيّة الجنوبيّة - المقيّنين هنا هو أكثر الأمكنة تعرّضاً للهبّات الرّيح في العالم حيث تهبّ الرّيح على نحو متّظم بسرعة ٣٢٠ كم/سا، أمّا الرقم القياسي المُستخلّ لأسرع ريح على سطح الأرض فهو ٣٧١ كم/سا وذلك على جبل واشنطن، في تيهامينستر، بالولايات المتحدة، وقد سُجّل في ١٢ نيسان (أبريل) عام ١٩٣٤.



قُدرة الرّيح

يُمكن تسخير الرّيح لتوليد الكهرباء. هي مخطط اختيارية بالولايات المتحدة، تُدار، طبيعياً، طغوف مُتوالية من الطواحين الهوائية عمدة الرّيح المُستخِطة. وهي يندوها تسير لويبات تولد كهرباء تُنتج مجموعها طاقة كهربائيّة تكفي لإمداد مدينة صغيرة بالكهرباء، للإضاءة والتدفئة، وبخلاف محطات القدرة العاملة بالفحم أو بالطاقة الذّويّة، فالتسريبات الهوائيّة لا تُحدث تلوثاً.



لزيد من المعلومات انظر

- تضادّ الطاقة ص ١٣٤
- انتقال الحرارة ص ١٤٢
- الغشول ص ٢٤٣
- ضغط الهواء ص ٢٥٠
- درجات الحرارة ص ٢٥١
- الضخات المُشاعية ص ٢٥٣

قُوَّة الرِّيح

للرياح تأثير كبير على حياتنا، فهي الصديق والعدو في آن - أحياناً تهب لطيفة في نسيم مُعَشِّش، وأحياناً أخرى تهب عنيفة في عواصف وأعاصير تُسبب أضراراً واسعة النطاق تدميراً وقُتلًا. أول محاولة مُقَنَّنة لقياس سرعة الرياح كانت من وضع الأميرال السير فُرنسيس بوفُورْت عام ١٨٠٥. فقد استُنبط مقياساً يُساعد البحارة في تقدير قُوَّة الرياح. قديماً، كانت طاقة الريح تُستخدم في طحن الحبوب؛ وحينئذٍ لا تزال طاقة الريح تُستخدم رغم كل التَّضَيُّبات الحديثة. فهي اليوم تُستَخر في إدارة التَّريينات الهوائية لِتوليد الكهرباء.

١. (مبسر) هواء ساكن، دخان الدخان يُضغَّد عمودياً.

٢. هواء خفيف - شعاع شريعة الريح ٣ كم/سا. يُشرف الأذن للظلال.

٣. نسيم خفيف - شريعة ٩ كم/سا. شمع خفيف أوراق الشجر وتُحسّر بالهواء على زيجك.

٤. نسيم لطيف - شريعة ١٩ كم/سا. أوراق الشجر والمصائب تُهزُّ وتُتَوَلَّد والأعلام تُرفرف.

جرباخ (مقياس ريح) من القرن التاسع عشر.

مِيزاخ

الرياح آلة لقياس

سرعة الريح، وكانت

أوائل هذه الآلات تتألف

من كرة تُدفع فوق مقياس

مُدَوَّج مُقَوَّس. أما مقياس الريح الحديثة فتتألف

من ثلاثة أكواب أو أكثر مُرتَّبة على أطراف

أفراع تُدَوَّر حول عمود قائم، فتُشغَّل بِدَوَّرها

سرعة الريح على قرص مُدَوَّج.

مِقياس بوفُورْت

بمِقياس قُوَّة الرياح هذا اعتدَّ أطباء على تأثيرات سرعة الريح على سفينته شراعاً كاملة التحيز، ليُحدِّد كمية الأضرار التي يجب نُشرها أثناء هبوب الرياح المُختلفة الشدَّة. ولا يزال هذا المِقياس يُستخدم حتى اليوم، وقد كُتِبَ لِلاستخدام على اليابسة أيضاً. تتألف المِقياس من ١٣ درجة تُحدِّد قُوَّة الرياح من السكون التام حتى الأعاصير.

السير فُرنسيس بوفُورْت

وُلِدَ السير فُرنسيس

بوفُورْت (١٧٧٤-١٨٥٧)

في إنلندا، والتحق

بالبحرية الملكية

البريطانية، وهو في الثانية

عشرة من عُمره، فُتِس في

الخدمة البِغَلِيَّة أكثر من ٢٠

عاماً. اِمتَنَحَ بوفُورْت مِقياس

للرياح بعد سنوات عديدة من مُراقبة

الشَّعْب في عُرض البَحْرِ.

عاصف

هادئ

٥. ربيع مُعتدلة - شريعته ٢٥ كم/سا. الأعاصير الصغيرة تُتَوَلَّد، وقصاصات الورق تُطاف.

٦. ربيع مُعتدلة - شريعته ٣٥ كم/سا. الأشجار الصغيرة تُهزُّ بالشَّعْب.

٦. ربيع قوي -

شريعته ٤٠ كم/سا.

يُستَخدَم التَّشَكُّك بِالْمِطَلَّة؛

والأعاصير الكبيرة تُتَوَلَّد.

٧. شبه القو - سرعة الريح

٤٠ كم/سا. تتمازج الأشجار بِكاملها.

٨. قو - سرعة الريح ٦٨ كم/سا. ضغوبة

الشَّعْب بِسَبَب الريح، تتشكَّل الأعاصير الطويلة.

٩. قوة عنيف - سرعة الريح ٨٦ كم/سا.

تُتَوَلَّد الأعاصير وتتطاير الحطيات المدخن.

١٠. عاصف - سرعة الريح ٩٩ كم/سا.

تُتَوَلَّد الدَّارِي وتُتَوَلَّد الأشجار.

١١. عاصف عنيف - سرعة الريح

١١٠ كم/سا. دُمارٌ بالغ.

١٢. إعصار - سرعة الريح أكثر من ١١٨ كم/سا.

دُمارٌ واسع النطاق.

مِهْرَجَانُ الطَّارَاتِ الورَقِيَّةِ

ظنَّ الصِّبْيُون طاراتٍ ورَقِيَّةً منذ

٢٥٠٠ سنة. أما اليوم، فُتَطَرَّعها

النَّاسُ في سائر أنحاء العالم

لِلتَّسْلِيَّة، وفي اليابان، تُزَيَّن

الطَّارَاتُ الورَقِيَّةُ التَّقليدِيَّةُ

بشخصيات أو حيوانات أسطوريَّة

تُزَيَّن إلى أشياء مُختلفة.

مزيد من المعلومات مُنظَر

مصادر العاصف ص ١٣٤

الرياح ص ٢٥٤

الأعاصير ص ٢٥٨

الأعاصير الدَّوامِيَّة ص ٢٥٩

البرق والرعد



البرق

المصنعي

إذا أثار ويهز البرق السماء، فهو برق صليحي
يحدث داخل السحابة الرعدية كترقيع برقي دون
أن يهبط إلى الأرض.



الشحنات

الكهربائية

إن تصادم

جسيمات

الماء والحديد

تاجيل شحابة

رعداً تولد رفقاً من الكهربائية الساكنة، فتراكم الشحنات
الموجبة في أعلى السحابة، وتحتشد الشحنات السالبة في
أسفلها فتحاول الإغلاط نحو الأرض. وعندما يبلغ فرق
الجهد بين الشحنات عدداً كافياً، ينشأ التفريغ الرقبي من
أسفل السحابة نحو أعلاها أو من أسفلها نحو الأرض.



البرق المتشعب

يبدأ البرق المتشعب عندما تتفرع

«صاعقة» طليعية نحو الأرض بسرعة

١٠٠ كم/سا متجولة أسفل المسارات.

فحينئذ يسارع من الهواء المشحون كهربائياً

إصاعقه رجيم، أو راسية، تطلق لمبة في

النور، وهذه الصاعقة المثلثة هي التي نشاهدها

الأمكنة الآمنة

إذا ما جازت عاصفة رعدية خارج البيت، فتجنب اللجوء تحت شجرة بأيق

تعرّولة. فالترقيع الرقبي يترسّس دوماً أسرع المسارات إلى الأرض،

وقد يضررت الشجرة. إن داخل السيارة هو أحد أكثر الأماكن أماناً من

الصواعق. فإذا صرّبت الصاعقة سيارة، فإن ميكلها الفولاذي

يتوزع الكهرباء

على سطح السيارة

إلى الأرض.



العاصفة الرعدية

تتكوّن السحب الرعدية الغائمة في الأيام الرطبة الحارة ويبلغ عرض السحابة منها

قريبة ٥ كم وأزفانها ٨ كم. وكثيراً ما تكون العاصفة الرعدية وحدة أو «خلية»

قائمة بذاتها، ضمن مجموعة من العواصف التي قد يبلغ عرضها ٣٠ كم، وقد

تستمرّ لخمس ساعات أو أكثر. وقد تصبح الخلية الواحدة أحياناً «عاصفة فائقة»

يزيد عرضها على ٥٠ كم، وقد تتيح برذاً كبيراً مضطرباً بالبرق والرعد. وإذا كانت

العاصفة في السمّ فوقك، فستسمع الرعد وترى البرق في آنٍ معاً. أمّا إن كانت

بعيدة فتشّرى البرق أولاً، لأنّ الضوء أسرع من الصوت بكثير. وإذا حسّبت التواني

الفاصلة بين رؤية البرق وسماع الرعد فيمكنك تقدير بُعد العاصفة عنك،

بالكيلومترات، بقسمة ذلك الفارق على ٣.

تكوّن السحب الرعدية عندما

يُدفع الهواء الرطب الدافئ

مُعدّ في أعلى الجو

ويتوزع بشدة فجأة

فتتكدّ بعض الماء

داخل تلك

السحب، ويصل

تأثيرات الهواء

القوية تصادم

تتوزع الجليد

وتقطر الماء فيقيد

الجليد جسيمات دقيقة

مشحونة تدعى (الكثرونات)،

وهكذا ينشأ تراكم من

الشحنات الكهربائية. هذه الشحنات

تطلق بصاعقة برقية تشحن الهواء حولها إلى

درجة حرارة تفوق الصفر، تقارب ٣٠٠٠٠°س - أي خمس

مئات آخر من درجة حرارة سطح الشمس. هذه الحرارة الفائقة

تسبب تمدد الهواء بسرعة كبيرة - تزيد على سرعة الصوت في

الهواء، وهذا يسبب قصف الرعد.

إله الرعد

كان ثور إله الرعد عند

الإسكندنافيين القدماء ويمثل

هذا تمثال برونزي من القرن

العاشر في أيسلندا، ويُزعم أنه

كان رجلاً ضخمًا أحمر

شعر الرأس واللحية ذا قوّة

وقدرة هائلتين. وكانت

بيناهة البقرة تُحفظ

الصواعق من السحب

حسب اعتقادهم.



لترتيب من المعلومات الشظير
الكهربائية الساكنة من ١٤٦
الكهرباء الثابتة من ١٤٨
الصوت من ١٧٨
الضوء من ١٩٠
الرعد من ٢٦٧
الشمس من ٢٨٤

الأعاصير

الأعاصير (وتُسمى أحياناً العواصف الدوامية المدارية) تستطيع اقتلاع الأشجار وتدمير المباني وإتلاف المحاصيل. والأمطار الغزيرة التي ترافقها تحدث فيضانات. وقد تغمُر المناطق الساحلية بالأمواج الضخمة المُندفعة بريح عاتية تقارب سرعتها ٣٠٠ كم/سا. تأخذ الأعاصير بالتكوّن عندما تُثير حرارة الشمس الهواء الرطب صعداً فوق المحيطات حيث تتجاوز درجة الحرارة ٢٧° س. في البداية قد يبلغ قطر دائرة المُتخفّض الجوي في مركز (أو عين) العاصفة ٣٠٠ كم، ولا تتجاوز شدة الريح مُستوى الثوّ. لكن مع تضيق قطر عين العاصفة إلى حوالي ٥٠ كم، تأخذ الريح بالتدوير حول العين بزاخم إعصاري.



الإعصار أتدرو

الشيخ الإعصار أتدرو ولاية فلوريدا، بالولايات المتحدة عام ١٩٩٢. وأُتلف الناس بقدوم الإعصار فخلا الكثير منهم عن المنطقة. وكانت خسارة الإعصار مقتل ١٥ شخصاً وبقاء ٥٠ ألفاً دون مأوى.

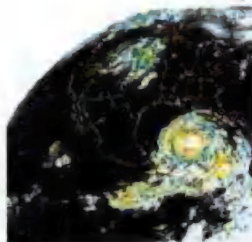
تتكوّن الهواء شَرّاً (يعكس اتجاه عقارب الساعة) في أعاصير نصف الكرة الشمالي، وبالعكس (باتجاه عقارب الساعة) في نصف الكرة الجنوبي.

يُحاول العلماء تكوين عين ثانياً في الإعصار عن طريق دُرّ بلورات الملح أو الجليد أو ثوريد الفضة، فعلى اتصال هذه العين مع الإعصار الأول، يتكوّن عين ثانية ولعمدة، يمكن خلط سرعة الريح.

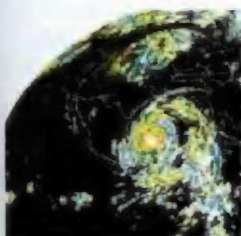
دائرة ضخمة من الشبب تتشكل بالتشاور الهواء من فتحة العاصفة.

عين الإعصار

١. في بدء الإعصار، يُشكّل الهواء نمو فركز الضغط الجوي (حيث الضغط المنخفض) شيئاً بياضاً سطحية عاتية.

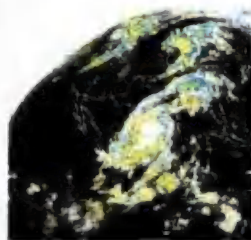


٢. إذا كانت عين الإعصار واسعة جداً، تتكوّن الرياح المحيطية ضعيفة، لكن مع تضيق عين الإعصار زاداد الرياح سرعة وتغلّظ.

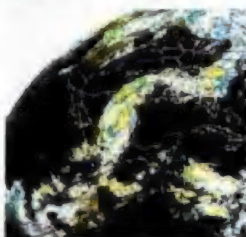


عاصفة أو إعصار؟

يترصد علماء الأرصاد الجوية الأعاصير المُختلفة، فتُستخدَم التّواثيل لالغاط شُوم المُستشقات منها. وتُساعد صور التّواثيل هذه علماء الأرصاد في كُتب الموائع التي تُختلّ فيها تتحوّل العاصفة إلى إعصار والتّبو عن أسواره المُرتجح.



٣. مع تقدّم الإعصار، تُشكّل سرعة الهواء فيهِ تزداد، فتُتكوّن عين.



٤. في أوج قوّة الإعصار، تتكوّن الرياح بسرعة تقوى ١١٨ كم/سا، ولا تتجلّج جملته إلا بضع ثرورة فوق اليابسة أو فوق مياه أبرد - أقل من ٢٧° س.

ماذا يحدث في الإعصار؟

عين الإعصار، في مركزه، منطقة هادئة تنتشأ حولها طُعماً عموداً ضخماً من الهواء الرطب الحار. وفي مساره، اللّوئي إلى أعلى يبرّد هذا الهواء وتتكتّل رطوبته أمطاراً. ومع أنّ الحُرّز الأمطار وأغش الرياح تحدث بشخادة عين الإعصار، فإن آثاراً أخفّ جدّة يمكن مُلاحظها على بُعد ٤٠٠ كم منها.

كليمث راج

الأسترالي كليمث راج (١٨٥٢-١٩٢٢) هو صاحب فكرة تسمية الأعاصير بأسماء نسوية. ويُقال إنه كان يُختار لها أسماء نسائية يكرههن! ومنذ عام ١٩٧٠،

تقرّر وضع لائحة أبجديّة، سنوياً، تحبّل أسماء نسوية ورجالية مُتساوية، وكلّما أُنشئت إعصار جديد، يُعطى الاسم التالي على اللائحة.



لمزيد من المعلومات انظر

قُدّة الهواء من ٢٥٠
الرطوبة من ٢٥٢
قوّة الرياح من ٢٥٦
تكوّن الشبب من ٢٦٢
المطر من ٢٦٤
التسكّل بالأحوال الجوية من ٢٧٠

الأعاصير الدوامية

رياح الأعاصير الدوامية (الطُرُنَاد) هي أشدُّ الرياح سرعةً على سطح الأرض، فقد تبلغ سرعتها في عمود الهواء القمعي المَدُوم ٥٠٠ كم/سا - وهي أعلى بكثير من سرعة الرياح داخل الأعاصير المدارية. ولا يستطيع العلماء قياس السرعة القصوى في الطُرُنَاد لأنَّ آلات الرصد تتحطَّم في رياحه الزُحارِع. الطُرُنَادات زوايِع صغيرة فائقة القدرة تنشأ مُجاعةً، في مجموعات غالباً، وهي أكثرُ شيوعاً وغتفاً في الولايات المتحدة الأمريكية حيث يُؤوَّر منها أكثر من ٥٠٠ سنوياً. ويتراوح قُطرُ الطُرُنَاد بين بضعة أمتار ومئة متر، وقد يبلغ مداه ٢٠٠ كم. وهو في مساره يسفط كلَّ شيء، بما فيه الأشجار والمباني والقطارات، ثُمَّ يسقطها حين وحيث تحوَّر قواه.



يُعدُّ قسارُ حلزونيٍّ في القارورة الطُورِيَّة.

طُرُنَاد في قارورة

يُشاهد طريقة حصول الإعصار الدوامي (الطُرُنَاد)، حُدَّ قارورتين فوائِي سدائِيَن تُولِيَس وَغَر السدائِيَن معاً. أُلْبَت نَظْمَاً ضِعْفًا في كلا السدائِيَن بِسَماحٍ مُناسِب. إمَّا إحدى القارورتين حتى ثلاثة أرباعها ماء، وَثَبَت السدائِيَن التُورِلُوج. ثُمَّ ثَبَت القارورة الفارغة في السدائِيَن فوق القارورة المملوءة. إقْبِب القارورتين رأسًا على قَبيب ودُوم الماء مُلَبًّا لِيبدأ أَعْلَاهُ. واجِب التماسَ الحارِوَرِيَّ، في الزُشَط، الشِيعة بِالطُرُنَاد.

تكوُّن الأعاصير الدوامية

تتكوَّن الأعاصير الدوامية (الطُرُنَاد) حينما يَشْتَرُ عُسُودٌ طَوِيلٌ مُعَيَّنُ الشَكْل من الهواء السَّاحِل بِسرعةٍ ضَعْفًا، من الأرض إلى مَحاذٍ رَعدِيَّةٍ في الغالب. وقد يحدث الطُرُنَاد أيضًا عندما تَشْخُرُ الأرض بِشدَّةٍ وتبدأ قُتلةً قُطاعِيَّةً من الهواء بِالارتفاع. هي أمريكا الشماليَّة، تتكوَّن الأعاصير الدوامية عندما يَنسابُ الهواء الجافُّ الباردُ من جبال الروكي شرقًا فوق هَوَاءٍ رَطْبٍ سَاحِلِيٍّ، مُتَقَلِّبًا شَمَالًا، من خَلِج المَكْسِيك. فإذا برَسَتْ رياحٌ قُوَّةً تَبَارَ الهواء الصَّاعِدُ وبدأتْ تَدْوِيْمُهُ، فقد يَتَحَوَّلُ هذا إلى طُرُنَاد.

يُعدُّ قُتلةُ الهواء المُدَوِّمةُ إلى الأرض كَمَكْسِيَّةٍ كَهْرِبائِيَّةٍ ضَعْفًا.



وحوش (أو هولات) البحر

الطُرُنَاد المُتَكَوِّن فوق البحر يُدعى طُرُنَادًا مائِيًّا، وَحينَ يَلَاسُ الطُرُنَادُ سَطْحَ الشَّيْطِ يَسْفُطُ الماءَ مُعْطَا دَاحِلَ الرِّيحِ الشَّدْدَةِ. يَبدو الطُرُنَادُ المائِيُّ كَأَنَّهُ مُشْبِقٌ من البحر لَمعانَ مائِيٍّ ذي لونٍ رَصاصِيٍّ قَديمٍ، وَلَعَلَّ أَمثالَ هذا المُشْهَد هي أَساسُ الأساطير حول الهولات والوحوش البحرِيَّة.



الضلعُ في مركز الطُرُنَاد أخفض من الضلعِ الجُزْئِي العاصِي بِمئات المِلي يار، لذا تَتَقَلَّبُ المائِي بِأَتَفاخِ الهواءِ من داخلها نحو منطقة الضغط الخفِيف.

مَطَرُ الغراب

عندما يَفْجَأُ الطُرُنَادُ طاقته وَيحوَّر، تَساقطُ تِه الأَشْياء التي كان شَفْطُها، أو التَقَطُها، مَطَرًا غَرِيبًا - كَأَنَّهُ يُعْطَرُ ضَمَاقٌ مُتَلَذَّذٌ. فالطُرُنَادُ أثناء مَرُورِهِ فوق الشَّجرِ يَسْفُطُ السَّيادةَ وما تحوِّره من أَسْماءٍ صَغِيرَةٍ وَضَمَاقٍ، وقد يَحْمِلُها مَسافاتٌ طَوِيلَةٌ قَبْلَ أَنْ يَسْقُطَها.

مِقياسُ تُورُو

تَتكوَّنُ الأعاصيرُ الطُرُنَادِيَّةُ فجأةً، فَيَسْتَحِيلُ التَّنبُّؤُ بِزَمَانِها ومكانِها. لذا فإنَّ الإِندِاثاتِ بِها تَعَمُّمٌ عندما تَتكوَّنُ الأَحْوالُ الجَوِيَّةُ مُهيَّاةً لِحُدُوثِها، وتُناوِجُ تلكَ الإِندِاثاتِ نَحْليراتِ مُجَدِّدَةٍ أَحَدِثَتْ كُلَّمَا تَحْدُثَتْ مَواقِعُ وَأَتِجَاهاتُ تلكَ الأعاصيرِ. يُصَنَّفُ مِقياسُ تُورُو، لِتَبْدِئِهِ الأعاصيرُ، سُرعةُ الإعاصيرِ الدوامِيَّةِ وَقدرتهُ التَّدمِيرِيَّةُ على مِقياسِ مُدرَجٍ من ٠ (صِفْر) إلى ١٢ درجة. مُتَلَذَّذًا على درجَةِ تُورُو ١٢ الطُرُنَادُ خَفِيفٌ. يَتَعلَّقُ الأشجارُ الصَّغيرةُ وَيَتَناوِجُ أَغْصانُ المَدَاجِنِ؛ يَبدو على درجَةِ تُورُو ١٢ الطُرُنَادُ أَعْظَمُ يُحْدِثُ دَمارًا شَدِيدًا حَتَّى في المِبانِي الخَرَسائِيَّةِ المُسَلَّحَةِ بِالقَوَالِدِ.

مزيد من المعلومات انظر

سُفْطُ الهواء ص ٢٥٠
قُوَّةُ الرِّيح ص ٢٥٦
الأعاصير ص ٢٥٨
السُّحب ص ٢٦٠
النظر ص ٢٦٤

السُّحُب

السُّحُبُ

تتشكّل السُّحُبُ السُّحَابِيَّةُ في أعالي الجوّ - في الأعالي القارسة البرد حيث يتجمّد ماؤها إلى بلورات جليدية. وتكوّن السُّحُبُ السُّحَابِيَّةُ أحياناً طبقةً قاسيةً من الغيوم البيضاء.

السُّحُبُ مسؤولةٌ عن الكثير من مظاهر الطقس، وهي لذلك تُعطينا بعض أفضل الدلائل عن الأحوال الجوية التي قد نطراً خلال الساعات أو الأيام القليلة المقبلة. فإذا ما طالعك السماء بغيوم فاتمة مُلبّدة مُنذرة، عرفت أن احتمالات المطر الغزير مُرجحة. أمّا السُّحُبُ المُتَفَتِّة البيضاء فتظهر في الأيام المُشمِسة الدافئة وتُسبّر باستمرار الطقس دافئاً وجافاً. هنالك ثلاثة أنواع رئيسية من السُّحُب هي: الرُّكامي (ذو الأكاديس المُدَوَّرَة على قاعدة مُسطّحة)، والظُّبقي (المُتَشِير في طبقات رَمَادِيَّة خفيفة)، والسُّحَابُ (المُتَشِير

الرفيق المُرتفع). وتعتبر جميع أنواع السُّحُب الأخرى المُتَبَايِنَة الأشكال والظلال مَزيجات أو أشكالاً مُختلطة من هذه الأنواع الثلاثة.

الطقس في أجواء السُّحُب

غالباً ما تكون السُّحُب السُّحَابِيَّةُ أولى الدلائل على تنامي الطقس الحار؛ فبدو الشمس، كما القمر، من جلال السُّحُب الرقيقة المُرتفعة كأنّ حالة تحيط بهما؛ وهي دلالة قويّة على قرب تساقط المطر.



الرُّكامي

السُّحُبُ الرُّكامِيَّةُ غيومٌ مُتَضَخَّةٌ بيضاء مُسطّحة القاعدة تُبدو إلى حدٍّ كقطع الغُطُن هائلةً في الجوّ. ويسبب شكلها تسمي أحياناً السُّحُبُ الطَّبَقِيَّة. تتكوّن السُّحُبُ الرُّكامِيَّةُ بفعل قِيَامِ الهواء الدافئة المُتَدَفِّقَة حُمُلاً والمعروفة بالتيارات الحرارية الصاعدة.

الطقس في أجواء الرُّكامي

كثيراً ما تُشاهد سُّحُبُ رُّكامِيَّة مُتَضَخَّة صغيرة أيام الصيف الحارّة. وهي تغطّي ليلاً حين يتردّد شفق الأرض، فلا يعود يُسَعَّرُ الهواء لونه، وتتركّز تصاعده الهواء الدافئ الذي يكوّنُها.



الظُّبقي

تتشكّل السُّحُبُ الطَّبَقِيَّةُ أحياناً، تتنامى حتى لقد تشبّهت السماء بكامله. وفي المناطق الجبلية غالباً ما يتغلّق شفق الأرض بطبقة من هذه السُّحُب على شكل سدّيم ضبابيّ رطب.



الطقس في أجواء الطَّبَقِي

لعلّ السُّحُبُ الطَّبَقِيَّة هي أكثر أنواع السُّحُب قسماً للطقس إذ أنها تحبّث تفتتاً غاماً مُسبباً رذاً بالمطر أو تساقط الثلج.



لوك هوازْد

في العام ١٨٠٣، استنبط لوك هوازْد (١٧٧٢-١٨٦٤)، خطة لتصنيف أنواع السُّحُب تبعاً لشكلها وغلظها عن سطح الأرض. كان هوازْد طبيباً وهاويّاً أرسادياً حادّاً. وقد حاول عبثاً إيجاد علاقة بين الطقس وأوجه القمر. وقد استُخدم هوازْد أسماءً لائبيّة لتسمي أنواع السُّحُب، إذ كانت اللاتينية قِيَدَ الاستخدام في أنظمة تصنيف الحيوانات والنباتات.



تكوُّن السَّحُب

يَتَشَرَّبُ الهَوَاءُ الماءَ من الأنهار والبحيرات والبحار كما الإسفنجة. ويكون هذا الماء في الحالة الغازية أي بخاراً. وبخار الماء هذا هو الذي يكوُّن السَّحُب، إذ إنَّ السَّحُب تتألَّف أساساً من قطرات الماء. عندما يرتفع الهواء، الملامس لسطح الأرض، في الجوَّ يبرَّد، ويتكثَّف بعض من بخاره فطيرات تتجمُّع فتكوُّن السَّحُب. أسباب ارتفاع الهواء في الجوَّ عديدة: فقد يرتفع لسخونته بملامسته سطح الأرض الدافئ، أو لأنَّ جبهة من الهواء البارد اندفعت تحت الهواء الساخن رافعة إيَّاه إلى أعلى، أو قد يرتفع في مساره صاعداً عبر التلال والجبال.



سحابة في قارورة

يُمكنك تخليق سحابة في قارورة لَدَانِيَّة كما يلي: إنلأ القارورة ماء حاراً (لا تسعس ماء في درجة الغليان لئلا تنفجر القارورة). أترك القارورة لَدَانِيَّة لحسن دقائق ثم أفرغ ثلاثة أرباع الماء منها. الآن ضع مكثف من الجليد (في طبق) فوق فمِّ القارورة وراقب التعلُّم الحاصل. يتخلَّل التعلُّم لأنَّ بعض الماء يتحوَّل إلى بخار في الهواء الدافئ. وعندما يبرَّد هذا بالمعلقة الباردة قربت مكثف الجليد، يتحوَّل بخار الماء إلى قطرات تكوُّن السحابة.



مع توالي ساعات النهار يترابز الهواء الساخن المرتفع، ويترابز بالتالي تكاثف البخار، فتتضخم السحُب أكثر فأكثر.

يبرَّد الهواء أثناء ارتفاعه ويتكثَّف مشواه من بخار الماء فطيرات تتجلمع فتكوُّن السحُب.

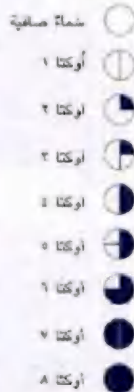
الشَّمْسُ تُسَخِّنُ سطح الأرض، فينتشَرُ الهواء المُلاصق له، ويرتفع في الجوَّ.

السَّحُب والتَّدي

تكوُّن السَّحُب عندما يرتفع بخار الماء في الهواء عاليًا في الجوَّ فيبرَّد ويتكثَّف. وتُسمى درجة الحرارة التي يبدأ عندها التكاثف نقطة التَّدي أو نقطة التكاثف - علماً أنَّ بخار الماء لا يتحوَّل إلى قطرات ما لم تتواجد في الهواء جسيمات صغيرة، كالغبار أو الدُّخان، يتكثَّف عليها - فلا تكوُّن السَّحُب إذا كان الهواء نظيفاً بالغ القارورة.

التَّيارات الحرارية الصاعدة

تكوُّن السَّحُب علامة مُفيدة لربابية الطائرات الشراعية يسترشدون بها إلى مواقع تصاعيد الهواء الدافئ. فيبدأ هؤلاء من تيارات حرارية صاعدة لتكسبهم زفعا. كذلك تُستخدم كوابر الطير التيارات الحرارية الصاعدة لتساعدوا في البقاء مُحلقة في الهواء تُنش عن طعام لها على سطح الأرض.



عز الغمام التَّدي. يُنش الخط العمودي. عز الدائرة أوكتا ١. وهذا يعني أنَّ الغطاء الغيمى رقيق جداً.



أوكتا ١-٢. تعني أنَّ يشف السماء شمس بالخيوم، وتُش يتشعب دائرة مُظلل.



أوكتا ٣-٤. هي أمثل درجة عز الغمام التَّدي. وتعني أنَّ السماء مُغطاة شمس بالخيوم. وتُش بدائرة مُظلل بالتام.

قياس التعلُّم

يقس علماء الأرصاد الجوية كثرة الغيوم التي تُغطي السماء بوحدة لدعى أوكتا، حيث تُش الأوكتا الواحدة تُغطي ثلث السماء باليوم. وتُش عدَّة الأوكتا على حاملة الطقس بدائرة جزيء التظليل.

لزيد من المعلومات أنظر

- تعرُّث الحالة ص ٢٠
- الزُّرى في الموانع ص ١٢٨
- انفعال الحرارة ص ١٢٢
- ضبط الهواء ص ٢٥١
- السَّحُب ص ٢٦٠
- الشمس والتَّدي والجليد ص ٢٦٨
- قدرات في الليل الخوي ص ٣٧٢

الضباب والشبورة والضخان



خلفش ضوء المصابيح الأمامية بخوف
دون أن يلاحظها على قطرات الماء في
الضباب مباشرة نحو السائق.

السياسة في الضباب

على سائقي السيارات الاحتياض الشديد من
الضباب، ويعلمهم خلفش نور مصابيح سياراتهم
الأمامية نحو الأرض. إن توجية أنوار هذه
المصابيح بكامل شدتها عالميًا بتوارد الطريق
يُؤمّن الرؤية لأن النور المنعكس على قطرات
الماء في الضباب يرقّة نحو تبني السائق مباشرة.

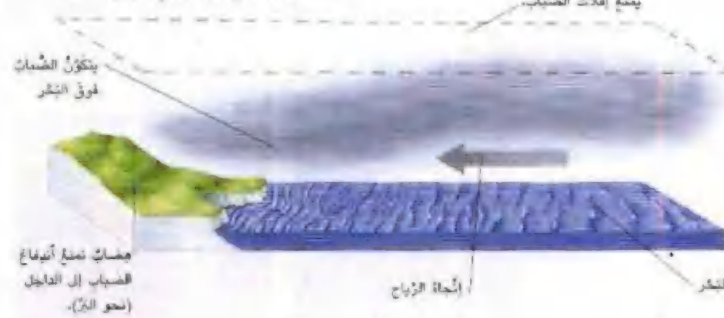


الضخان

الضخان قريح
من الدخان

والضباب، على السطح
الجزري، بخوي الهواء

فَيُضَا من الضبابات الإضافية بفعل الدخان المنطلق من
مختلف المصانع والمخازن، فينكث بخار الماء على تلك
الضبابات مُكوّنًا الضخان، وتزيد الأمر سوءًا ظاهرة
الانقلاب - أي الزيادة في درجة الحرارة بالارتفاع بدل أن
تنخفض - فتصطبغ طبقة الهواء الدافئ الهواء البارد
والطبقات التي يحتويها، من الارتفاع، ويمكن حدوث هذا
أيضًا في مناطق مثل لوس أنجلوس، في كاليفورنيا، بالولايات
المتحدة، حيث يُختلّ الهواء بفعل الجبال الشاهقة.



لزيد من المعلومات أنظر

- تغيرات الحالة ص ٢٠
- انتقال الحرارة ص ١٤٢
- الانعكاس ص ١٩٤
- تكوّن السحب ص ٢١٢
- قوراث في الغلاف الجوي ص ٣٧٢

السحب التي تتكوّن قُرْب سطح الأرض تُدعى ضبابًا
أو شبورة. وهي، كسواها من السحب، تتكوّن بتكثف
بخار الماء، في الهواء المُشبع، عندما يلامس
الهواء أرضًا باردة. وإذا كان مدى الرؤية عبر
السحاب يتراوح بين كيلومتر واحد
وكيلومترين يُعرف هذا السحاب بالشبورة؛
أما إذا كان المدى دون الكيلومتر الواحد
فيسمى السحاب ضبابًا. والضباب
الكثيف هو أكثر السحب خطورة على
جميع وسائل النقل - من سيارات
وسفن وطائرات.

ضباب الإشعاع الأرضي

التوهج النشأ من الضباب هو ضباب الإشعاع. في
الليالي الصافية والسماء جليّة من غيوم تخفّض الحرارة،
يبرد سطح الأرض بسرعة، لكثرة ما يُشع من حرارة
الأرض، ويبرد كذلك الهواء المُلامس له. فإذا انعكشت
درجة الحرارة دون درجة التلي، يتكثف بخار الماء في
الهواء مُكوّنًا ضبابًا على مقربة من سطح الأرض.

الهواء الدافئ العوي
يمتد غلات الضباب

ضباب جبال الجليد

لغنى جبال الجليد عالميًا بالضباب لأن الهواء حولها
بارد وانسياء، حيث هي طافية، أدها. وهكذا يتكثف
الماء المُشع في الهواء البارد حول جبل الجليد مُكوّنًا
ضبابًا. في العام ١٩١٢، اصطدمت باخرة التينيك
بجبل جليد فانشرطت هناك الكثيرون، لأن بُنودها
رُسا لم يرد جيل التليد السحابة بضباب كليف.

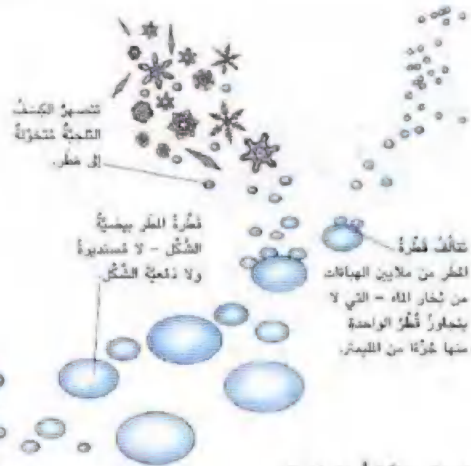


الضخان الأصفر الكثيف

حدث مرّة أن غطى الضخان الأصفر الكثيف مدينة
لندن، بانكثرا، كما يبدو في الصورة أعلاه المُلتقطة
عام ١٩٥٢. ويُمزى ذلك أساسًا إلى قُرْب الدخان
المُصابيح من خزي الفحم الحجري في المصانع
والتسارل. ولم يكن ذاك الضخان يتأبّسها به،
فقد تُسرّب إلى داخل المباني مُسببًا للكثيرين مشاكل
في الحلق والعينين والتنفس؛ كما لاقى العديد من
الناس حتفهم بسببه. والجدير بالذكر أن إبرام قوانين
الهواء المُظفّر في الخمسينيات من هذا القرن جعل
تشكّل الضخان الكثيف الأصفر شيئًا من الماضي.

المَطَر

تعتمد الحياة في البرّ على المطر، فهو يُغذي الأنهارَ ويملأ البحيرات، ويجعلُ البزورَ تنبتُ وتُثمر، ويُوفرُ لنا مياه الشرب. ففي بعض المناطق تُجعلُ الرُّوعُ إذا أنحسبت الأمطارُ موسماً واحداً فقط ويموت آلاف الناس جوعاً. كذلك فإن الأمطارَ المُفرطة الغزارة مُشكلة، فالفيضانات قد تُدمرُ المنازل والمزارع وتقضي على الكثير من الأحياء البرية. والمعروفُ أنَّ المطرَ لا يهطلُ من سماء زرقاء صافية، فهو لا يتكوّن إلا في السحب، وفي المُرتب الرُّكامي أو الطبقي منها عادة. والماء الذي يهطلُ من السحب بمُختلف أشكاله يُدعى تساقطاً وتحدّد درجة حرارة الهواء، داخل تلك السحب وخارجها نوعية هذا التساقط مطراً أو ثلجاً أو شمسافاً أو برداً.



كيف يتكوّن المطر؟

خارج المناطق المدارية، يبدأ مُعظم المطرُ تلقاً حتى في فصل الصيف. ففي السحب العالية تكون درجة الحرارة دون درجة التجمّد، فتتكوّن البلورات الجليدية وتتساقط إلى كتلٍ لحيّة تُسقط من السحاب فإذا كانت درجة حرارة الهواء الأقرب إلى سطح الأرض فوق درجة التجمّد، تتسبب تلك الكتلة الثلجية أثناء سقوطها وتُهطلُ مطراً. أمّا في المناطق المدارية، حيثُ الغيوم دافئة، فيتكوّن المطرُ عندما تتصادم قطرات الماء المجهرية وتتكتلُ معاً، فتثقلُ فوق إمكانية حمله في الهواء وتتساقطُ مطراً. وفي السحب الرقيقة يحدث التصادم بين قطرات أقل فتتكوّن قطرات المطر المُتساقطة أصغر كثيراً وتُعرف بالزّاد.

الفيضان
إذا كان تهطلُ المطرُ غزيراً وتواصلت، وتغلّغ تصريف المياه بسرعة فقد تحدث الفيضانات. الزّياح الموسمي في الهند تحيلُ منها أشدّ ويلي المطر في العالم، فتُعتبر الفيضانات مناطق شائعة منها سنوياً - عادة في شهر أيلول (سبتمبر).

تشكو الأنهار فوق ضفافها، وتُفكر مياه الفيضان المناطق المُستصلحة المحيطة إلى عمق عدة أمتار.



بيان المُصطلحات في خريطة مُعدّل المطر السنوي

- أكثر من ٣٠٠٠ ملم
- بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ ملم
- بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ ملم
- بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ ملم
- بين ٢٥٠ و ٥٠٠ ملم
- أقل من ٢٥٠ ملم



مُعدّلات المطر السنوية في العالم

تُحصل مناطق العالم المُختلفة على كميات مُختلفة من المطر، وذلك لأسباب عديدة. ففي المناطق المدارية مثلاً، تتساقط الأمطارُ بحرارة لأن كميات كبيرة من مياه البحار الدافئة تتبخرُ وتتحوّل إلى غيوم. وتُحصل المناطق الساحلية القريبة من البحر، عادةً على كميات من المطر أكثر من المناطق الداخلية البعيدة عن البحر. وقد تُقترض سلاسل الجبال الرياح المُحمّلة بالغيوم العظيمة فتُستنزفها في جانب، وتُفقد السحب في الجانب الآخر جافةً. أمّا في الصحاري الجافة فإن قُليلَ الهواء تسخنُ وتُحبس عند اقترابها من سطح الأرض.

وَقَم قِياسِي لِمُعْدَلِ المطر
على قنّة جبل واي إيلالي، في جزيرة كاواي، بهواي، يهطلُ المطرُ حوالي ٣٥٠ بوصة في السنة، فيبلغ مُعدّله السنوي ١٥٠٠٠ ملم. وتُعرّف شدةُ التّهطلِ هذه إلى ارتفاع الرّياح التجارية الجنوبية الشرقية الرّكيّة خلالُ غُورها التّجبل.

قياسُ كمية المطر

تُقاسُ كميةُ المطر باللمتر، أو بالإنش، بواسطة مقياس المطر. ويتألف هذا من قنّة ينقلُ مياه المطر ويُسحبها في أسطوانة تحت. ثم يُقاس ارتفاع الماء المُتجمّع في الأسطوانة، وبه تتحدّد كميةُ المطر المُتساقط.

الجفاف

إنجاس المطر، بحيث يقل الشاطئ عن ٢٠٠ ملم في فترة تتجاوز الأسبوعين يؤدي إلى الجفاف. وفي غياب مستودعات التخزين تعود كمية المياه غير كافية للناس وللزروع. في بعض المناطق يستمر الجفاف الحاد سنوات عديدة. ويروى أن منطقة كالاميا في صحراء أتاكاما، بالبيرو، لم تشهد أمطاراً على مدى ٥٠٠ سنة، حتى العام ١٩٧٢. فترات الجفاف غير مألوفة في المناطق المعتدلة كأوروبا وأمريكا الشمالية لكنها عادة متعلمة الحدوث في أستراليا وبعض أجزاء إفريقية وأمريكا الوسطى وآسيا.



المطر الاصطناعي والاستثمار

يجري استثمار السحب أحياناً بطرق بطوريات التخليد الحاد أو إيجاد القطعة عليها من المطارات. هذه الكميات تؤثر مؤقتاً لتتأخر حولها الكثافة الثلجية. وهذه تتحول إلى مطر أثناء سقوطها إلى الأرض. في الصورة أعلاه، تشاهد بوضوح آثار زرع الكميات على السحب.

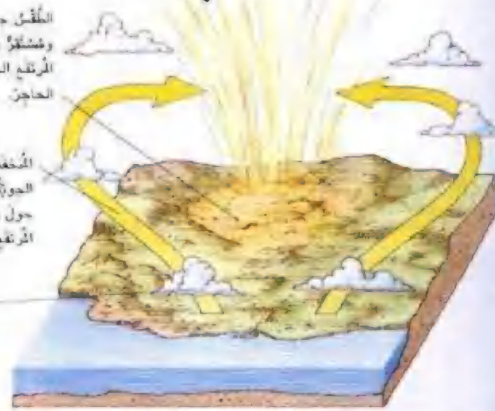
الشهول المتصحرة

خلال الثلاثينات من هذا القرن تعرضت أمريكا الشمالية فترة طويلة لرياح غربية سائدة، فأنجس المطر عن الشهور الكبرى لوقوعها في «ظل» جبال الروكييز. وزاد الوضع سوءاً أن المزارعين كانوا قد خزنوا الشهور الغنية الطبيعية فحقت الثروة السطحية والحياتية، ونزلت الشهور العظمى إلى منطقة جافة لتكتسبها العواصف القارية، مما أضطر المزارعين إلى التوجه عن أراضيهم.

الطقس جاف
ومستقر يفعل
المرتفع الجوي
الحاجز

المختلصات
الجوية دون
حول وخارج
المرتفع الجوي

الطقس غير مستقر بعينها
من المرتفع الجوي



المرتفع الجوي الحاجز

قد يمتد المرتفع (الصغير) الجوي في جنب الجفاف على منطقة يتبع وصول المختلصات الجوية المتحركة إليها. وإذا لازم المرتفع الجوي المكان مدة طويلة، فإنه يمنع أي تغير في الطقس على مدى هذه أسابيع. الشرعاعات الجوية الحاجزة جافة دائماً، فحيث تحققت صافية باردة في الشتاء وجافة حارة في الصيف.

البقاء في ظروف الجفاف

النتج مثير في هذه المنطقة الحافة عادة من أستراليا - حيث يكون سائلاً قريشاً اللون على مدى بضعة أيام. والمعروف أن معظم النباتات لا تستطيع البقاء على قيد الحياة في الصحاري لأنها شديدة الجفاف، لكن بعض الزروع تنجح في الثروة عند سنوات. وهي حالها بهطل المطر، شرعاً ما تفتت حوتها فزهر وتنتج بوزراً جديدة على تحلي - قبل أن يجف سطح الأرض ثانية.

حرائق الأدغال

تحدث حرائق الأدغال كثيراً في المناطق الجافة الحارة، فشرق الأطلنطية المجال أمام نبت جديد لينمو ويتكاثر - علماً أن الحرارة ضرورية لإنتاج بعض الزروع. بعض أنواع نبات الأدغال يتفرض حيناً يمنع الناس حدوث الحرائق فيها. وهناك اتجاه إلى ترك حرائق الأدغال فأخذت تضرها شرراً ألا تهدد حياة المواطنين.



لا يصل الماء إلى قمة
الشجرة - فتتبلل
الأغصان العليا وتشتعل.

الماء المتوافر كافٍ لبقاء
الأغصان السفلى فقط حية.

النباتات المتكسنة

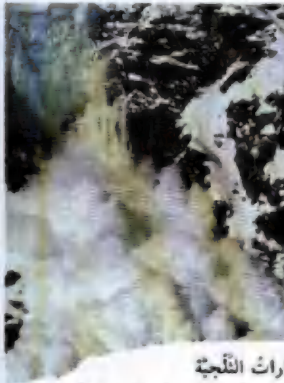
لحناج معظم النباتات إلى مدى متغير من الماء لتبقى حية. فخلال فترة الجفاف تموت نباتات كثيرة حتى المستقر منها. ومن الأعراض الشيرة على أن الأشجار لا تحصل على كمياتها من ماء المطر فموت أغصانها العليا وأسفلها.



لزيد من المعلومات انظر

- السحب ص ٢٦١
- التلح ص ٢٦٦
- البرق ص ٢٦٧
- فترات في الغلاف الجوي ص ٣٧٢
- الصحاري ص ٣٩٠
- حقائق ومعلومات ص ٤١٦

الثلج



الهباءات الثلجية

يُمكن حدوث الهباءات الثلجية إذا زاد أعداد الشعاع الجليدي على ٢٢. فبراقم الثلج أكثر من ثلجاً صلباً صغيراً منه بالاتلاق فتلتصق حوله كل ثلجية بناعظم حجمها أكثر فأكبر غير الثلج. وقد ينجم انطلاق الهباء الثلجي نتيجة لساخط الثلج بكتافه على الجليد، أو لارتفاع درجة الحرارة أو لحركة مزلزال أو حتى لاهتزاز إحدى صمغ ترتفع



سلع القلايس الجليدية الأبيض الصلقل يعكس حرارة الشمس فتلتقي بدرجة حش خلال الصيف.

الثلج الدائم

تتألف المتاع والقلانس الجليدية من ثلج لم يسبق انصهاره، بل أنكست جميع البلورات والكسب الثلجية فيه تحت وزن الثلج المتزايد الساقط فوقها. وتتكون القلايس الجليدية والمتاع على قسم الجبال وعلى مقربة من القطبين.



لمزيد من المعلومات شغل

إتقال الحرارة من ١٤٢
الحليد والمتاع من ٢٢٨
فراحت الحرارة من ٢٥١
الشعب من ٢٦٠
مناطق القطبين والقطب من ٣٨٢

لا توجد كسفتان لجليتان مُتماثلتين تماماً، وتأتف الواحدة من بلورات جليدية مُماسكة من بخار الماء المتجمد. وتقسّم أشكال البلورات الجليدية إلى حوالي ٨٠ صنف، منها الإبري والموسوري واللوجي والسداسي والعمودي الشكل. يعتمد شكل البلورة على درجة الحرارة والارتفاع والمحتوى المائي في السحابة التي تكونت فيها. أما الثلج فقد يكون «رطباً» أو «جافاً». ويتألف الثلج الرطب من كسف ثلجية كبيرة، ويتكون في درجة التجمد أو دونها قليلاً. وهو مثالي لملء بكرات الثلج، لكنه عسير الإزالة. أما الثلج الجاف فمستحقق القوام وسهل إزالته. وهو يتكون في درجة حرارة دون درجة التجمد بكثير. والشفاف، في الغالب، ثلج يصف منصهر، أو مطر نصف متجمد يتكون عندما تتبخّر قطرات المطر وتبرد أثناء سقوطها.



جميع الكسب الثلجية سداسية الشكل البلوري



كيف يتكون الثلج

تتكون البلورات الجليدية في سحب تتراوح درجات حرارتها بين -٢٠° إلى -٤٠°س. وتتألف الكسب الثلجية بتماثل البلورات الجليدية معاً وهي تتساقط رطبة ثم تتجمد مُجمدة، وهي بعد سقوطها من سحابة، لا تصل إلى سطح الأرض ثلجاً إلا إذا كانت درجة حرارة الهواء على، أو فوق، درجة التجمد على طول مسارها. أما إذا كانت درجة الحرارة فوق درجة التجمد، فقد تتبخّر البلورات تماماً أو تنصهر وتتساقط مُساقطاً أو مطراً. أحياناً، يُشاهد السكبان في أعلى تاجلحة سحاب أنها تثلج، بينما يتجهز المطر على المارّة في الشوارع دونهم.

الثلج القرنفلي

الثلج ليس أبيض دائماً - فقد يكون قرنفلياً أو أسوداً أو مُشمراً. الثلج القرنفلي، المُشِين في الصورة، موجود في غرينلند، ويعود لونه إلى لون الطحالب التي تعيش فيه. وهذا الخصب الذي يُلون الطحالب يتبها أيضاً في ظروف البرد القارس.



رغم الثلج

عندما يتكسّم الثلج أركاناً، قد يُعصر الناس في أماكن تواجدهم - في السيارات أو داخل المنازل. وإذا مُرّ الناس، أو الحيوانات، في الثلج شمكنهم البقاء على قيد الحياة فترة طويلة. لأن الثلج الساقط حديثاً يحوي هواء، في الفجوات بين البلورات الجليدية. يُمكن تفسد

البرَد

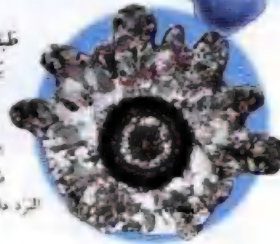
طبقة جديدة من الجليد
تتجمد حول حبة البرد.

البرَد قطرات من المطر المتجمد تتكوّن داخل سحابة موزونة ركامية شاهقة حيث الطبقات السفلى أدفاً بشكل ملحوظ من درجة التجمد في الطبقات العليا. هذا الفرق في درجة الحرارة داخل السحابة يحدث تيارات هوائية قوية تتقاذف قطرات المطر صعوداً إلى نطلق التجمد العليا وهبوطاً إلى التلطي الأدنى. وكئي تظل حبة البرد في السحابة وقتاً كافياً لتصبح بحجم حبة البسلى ينبغي أن تتقاذفها التيارات صعوداً وهبوطاً بسرعات تقارب ٣٠ م في الثانية (١٠٨ كم/سا). وخلال حركة البرد هذه داخل السحابة ترتطم حباته بعضها ببعض مسببة، أحياناً كثيرة، انفصال شحنات كهربائية تحدث البرق داخل السحابة نفسها أو بين السحابة والأرض أو بين سحابة وأخرى.

اختر تصيب حبة البرد من التلّ بحيث لا يمتثلها جزئ السحابة غسقط إلى الأرض.

طبقات الجليد

يسرّ التلّ الغرض التلّ
بوضوح أن حبة البرد تتألف من طبقات متراكبة كما التلّة. وتنتج كل طبقة رحلة شعوب ومهبط تفتتها حبة البرد داخل السحابة قبل سقوطها.



تيار الهواء الصاعد يحمل حبة البرد ثانية إلى أعلى السحابة.

كيف يتكوّن البرَد؟

يشأ البرد داخل السحب الركامية الموزونة الشاهقة التي قد تنامي إلى ارتفاع ١٠ كم. فالتيارات الهوائية القوية الصاعدة داخل السحابة تستطيع حمل قطرات المطر إلى طبقاتها العليا المتجمدة. وحال هبوط القطرة المتجمدة، تعود التيارات الهوائية تنقلها ثانية إلى أعلى بحيث تتجمد طبقة جديدة من الجليد حولها، وتتكرر هذه العملية عدة مرّات حتى تصبح حبة البرد ثقيلة، فتسقط بقلها إلى الأرض.

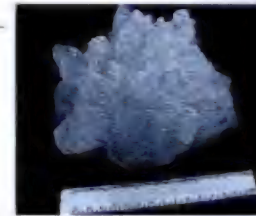
أضرار البرد

يسبب البرد بأضرار بالغة، فتلّفت المحاصيل أو جعلها غير صالح للتبع. كهذا الضاح في الصورة المتألمة. وقد لحظت حبات البرد الكبيرة أجاج النوافذ وتلفر الشبّارات. وقد نبت أضرار الطيور الصغيرة إذا غايتها العواصف الرعدية دون عطاء.

منع البرد

لقد جرّدت عدّة

محاولات لمنع أضرار البرد بأستطارة منها، مثلاً بإطلاق الدافق على السحب كما تبيّن هذه الصورة عن شجلو فرسيو صادرة عام ١٩١٠. ومثّل عهد فرسيو. أهدبت المحاولة بإطلاق بطارات يورفيد القلعة داخل السحب لفضد تحويل حبات البرد إلى مطر، لكن لما يكت جدوى ذلك عملياً.



حبات برَد قياسية

أحياناً تلغ حبات البرد حجم البليات (كلل الذهب) وأحياناً أقل، حجم كرات التيس. أما الشجيرة الضخمة، كتلك التي سقطت في بنغلاديش عام ١٩٨٦ وبلغ وزنها الواحدة منها ٢٥١,٠٢ كغ، فتارة، في الصورة أعلاه، حبة برَد ضخمة سقطت في كنساس، بالولايات المتحدة، عام ١٩٧٠، وبلغ حجمها ٢٣,٦ سم ووزنها ٧٦٥ غ.



لمزيد من المعلومات انظر

البنال الحرارة ص ١٨٩
الكهربائية الساكنة ص ١٤٦
البرق والرعد ص ٢٥٧
السحب ص ٢٦٠
المطر ص ٢٦٤

الصَّقيعُ والنَّدَى والجَلِيد

بَعْدَ غُرُوبِ الشَّمْسِ تَبْدَأُ الْأَرْضُ تَفْقِدُ حَرَارَتَهَا بِالْإشْعَاعِ - فِي حِينٍ لَا يَفْقَدُ الْهَوَاءُ حَرَارَتَهُ بِالسَّرْعَةِ ذَاتِهَا، فَتَقْدُو الْأَرْضُ أَبْرَدَ مِنَ الْهَوَاءِ فَوْقَهَا. فِيهِ الْيَالِي السَّاكِنَةُ الصَّافِيَةُ يَتَكَثَّفُ بُخَارُ الْمَاءِ فِي الْهَوَاءِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ كَقَطْرَاتٍ نَدَى. وَيَبْدَأُ هَذَا التَّكَاثُّفُ عَلَى دَرَجَةِ حَرَارَةِ تُعَرَّفُ بِنُقْطَةِ النَّدَى. وَإِذَا هَبَطَتْ دَرَجَةُ حَرَارَةِ الْهَوَاءِ إِلَى مَا دُونَ دَرَجَةِ التَّجَمُّدِ، يَتَحَوَّلُ بُخَارُ الْمَاءِ مُبَاشَرَةً إِلَى بَلُورَاتٍ جَلِيدِيَّةٍ تَغْطِي كُلَّ شَيْءٍ بِالصَّقيعِ. أحيانًا تَتَغَطَّى الْأَرْضُ بِطَبَقَةٍ جَلِيدِيَّةٍ شَقِيَّةٍ تَجْعَلُ الطَّرِيقَ زَلِقَةً - وَيَحْدُثُ ذَلِكَ حِينَ يَسْقُطُ الْمَطَرُ عَبْرَ طَبَقَةٍ هَوَاءٍ بَارِدَةٍ جَدًّا عَلَى أَرْضٍ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا دُونَ دَرَجَةِ الصَّفرِ الْمُنَوَّيَّةِ، فَيَتَجَمَّدُ الْمَطَرُ إِلَى جَلِيدٍ يَبْدُو قَائِمًا لِأَنَّ الْأَرْضَ تُرَى مِنْ خِلَالِهِ.



الصَّقيعُ الْفُضِّي

يَحْدُثُ الصَّقيعُ غَالِبًا فِي الْيَالِي الْبَارِدَةِ حِينَ السَّمَاءُ غَالِيَةً مِنَ السَّحَبِ الَّتِي تُعَيِّنُ شُعْنَ الْحَرَارَةِ مِنَ الْأَرْضِ. وَالصَّقيعُ الْفُضِّي هُوَ الْأَكْثَرُ شُوعًا حَيْثُ يَغْطِي سَطْحَ الْأَرْضِ وَأَوْرَاقَ الْأَشْجَارِ وَأَغْصَانِهَا، وَحَتَّى شَبَاكِ الْعَائِكِبِ، بِطَبَقَةٍ رَفِيفَةٍ مِنَ الْبُلُورَاتِ الْجَلِيدِيَّةِ الدَّقِيقَةِ. وَيَكُونُ الصَّقيعُ الْفُضِّي أحيانًا مِنَ الْبَيَاضِ وَالشَّمَاكَةِ بِحَيْثُ يَبْدُو كَقَلْبَةٍ مِنَ التَّلَجِ.



دَلَوَاتُ جَلِيدِيَّةٍ مَقْلُوبَةٍ

تَتَكُونُ «الدَّلَوَاتُ» الْجَلِيدِيَّةُ أحيانًا كَبُرَاتٍ فِي الرِّيَبَاتِ الضَّحَلَةِ أَوْ مَنَاطِلِ الْمَصَافِرِ، لِأَنَّ الْمَاءَ التَّجَمُّدَ يَتَمَدَّدُ فَيُفَعِّلُ قُوَّةَ صَغِيرَةٍ مِنَ الْجَلِيدِ ضَعْفًا. إِذَا تَشَلَّلَتْ الْقُوَّةُ بِتَرَدُّدِ التَّجَمُّدِ يَتَدَفَّقُ الْمَاءُ مِنْ تَحْتِهَا عَبْرَ الشَّقِّ وَيَتَجَمَّدُ. وَيَتَكَرَّرُ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ عِدَّةَ مَرَّاتٍ تَتَكُونُ الْبُرَاتُ (التَّلَوَاتُ) الْجَلِيدِيَّةِ.



قَلَمًا يَكُونُ الْجَلِيدُ عَلَى نَهَرٍ أَوْ بُحِيرَةٍ نَا سَمَاكَةً كَافِيَةً لِلتَّرْلُجِ فَوْقَهُ.



الماء الْمُتَجَمِّدُ

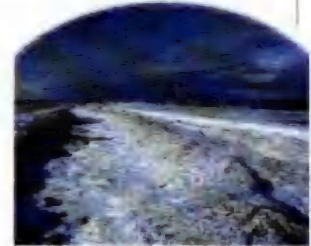
فِي الطَّقْسِ الْيَارِدِ جَدًّا قَدْ تَتَكَوَّنُ طَبَقَةٌ مِنَ الْجَلِيدِ فَوْقَ الْأَنْهَارِ وَالْبُحَيْرَاتِ. وَهَذِهِ تَسْمِيَّةٌ قَوِيَّةٌ عِنْدَ أَطْرَافِهَا، لَكِنَّهَا تَحْوِي بَقَعًا وَاسِعَةً حَيْثُ يَرُقُّ الْجَلِيدُ، لِذَا مِنَ الْخَطَرِ السَّيْرُ عَلَى الْمَاءِ الْمُتَكَلِّفِ بِالْجَلِيدِ. الْأَسْمَاكُ لَا تَصْبِرُهَا هَذِهِ الْبُطَاءُ الْجَلِيدِيَّةُ، بَلْ هِيَ فِي الْوَاقِعِ يَحْمِيهَا إِذْ يَصْنَعُ تَحْمُلُ الْمَيَاةِ لِنَتِهِ.

بُرْكَةُ نَدَى

النَّدَى الَّذِي يَتَكَوَّنُ خِلَالِ اللَّيْلِ يَغْطِي سَطْحَ الْأَرْضِ فِي الصَّبَاحِ الْبَاكِرِ؛ وَهَذَا شَرُوفُ الشَّمْسِ وَأَيَّاعَاتِ الذَّهَبِ يَنْحَرُّ فِي الْهَوَاءِ، يَتَشَلُّعُ بَعْضُ الشَّرَاطِعِ بِرُقَا بِالْهَدَى - لَيْسَتْ بِسُورٍ خَفِيفَةٍ وَاسِعَةٍ ضَحَلَةٍ فِي الْمَوَاقِعِ الْخَفِيفَةِ مِنْ شُطْرَاهُمْ - يَتَجَمُّعُ فِيهَا النَّدَى فَتَشْرِهُ الْحَيَوَانَاتُ عِنْدَ طُلُوعِ النَّهَارِ، وَقَدْ تَتَوَاجَدُ بِرُقَا النَّدَى هُنَا طَبَقَةً.

سَمَكُ الْجَلِيدِ فِي الْقَارَةِ الْقُطْبِيَّةِ (الْجَنُوبِيَّةِ)

إِنَّ الْمَيَاةَ حَوْلَ الْقَارَةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ شَدِيدَةُ الْبُرْدَةِ بِحَيْثُ تُتَجَمَّدُ الدَّمُ فِي غُرُوقِ الْأَسْمَاكِ الْعَادِيَةِ. أَمَّا الْأَسْمَاكُ الَّتِي تَعِيشُ فِي تِلْكَ الْمَيَاةِ فَقَدْ طَوَّرَتْ طَبَقَةً طَبَقِيَّةً بَعْضُ الْكِيمَاوِيَّاتِ فِي ذَهَبِهَا لِمُقَاوَمَةِ التَّجَمُّدِ - تِمَازُجًا كَمَا يَصْنَعُ مُقَاوِمُ التَّجَمُّدِ تَجَمُّدُ الْمَاءِ فِي شُتَاءِ السَّيَّارَةِ أَثْنَاءَ بَرِّهِ الشِّتَاءِ.



تَجَمُّدُ الْبَحْرِ

لَا تَتَجَمَّدُ الْبَحَارُ عَادَةً لِأَنَّ الْمَاءَ الْمَالِحَ يَتَجَمَّدُ عَلَى دَرَجَةِ حَرَارَةٍ دُونَ دَرَجَةِ تَجَمُّدِ الْمَاءِ الْعَذْبِ. لَكِنَّ بَدَايَةَ الْبُرْدَةِ قَدْ تَحْمِلُ مَاءَ الشَّرِّ، بِخَاصَّةٍ عَلَى مَقَرَّةٍ مِنَ الشَّوَالِجِ.

لَمَزِيحٌ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْمُظْهَرِ

- تَشَارُفُ الْحَالَةِ ص ٢٠
- إِتِّفَاقُ الْحَرَارَةِ ص ١٤٢
- الْجَلِيدُ وَالْمَتَالِحُ ص ٢٢٨
- التَّلَجُ ص ٢٦٦
- مَنَاطِقُ الْقُطْبَيْنِ وَالشِّتَاءِ ص ٣٨٢

ظواهر وتأثيرات غير عادية



نار القديس إلمو

في الأجواء العاصفة قد يُشاهد توهج قهوي أحمر نروري كالتنير على الأجسام المستديرة الأظرف. وقد أطلق البحارة على هذه الظاهرة فوق صواري السفن اسم نار القديس إلمو. ويُشاهد هذا التوهج اليوم أحياناً على أطراف أجسام الطائرات «ماتعات الصواريخ».



الشراپ

الشراپ يقترن دوماً بالصحارى الحارة لكن يمكن مشاهدته على طريق مغطى في يوم حار. المعروف أن الضوء ينعكس (ينحني) أثناء انتقاله من الهواء البارد إلى الهواء البارد، فعندما يكون الهواء الملايش ينطبع الطريق أسفل من الهواء فوقه، تتكسر أشعة الضوء شعاعاً بحيث تبدو كأنها آتية من غير المكان الذي انطلقت منه. لهذا يبدو المسطح كأنه بركة ماء. والواقع أن ما نراه هو صورة للفضاء، لأن أشعة الضوء من الجو تبدو كأنها آتية من سطح الطريق.

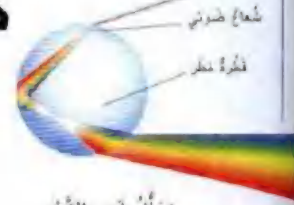
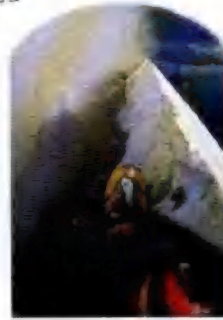


عالت القمر

تتكون هالات حول القمر أحياناً عندما ينقذ ضوء القمر غير يلموحي جليدياً عالية في الفضاء. فبريد الضوء المنعكس على البلورات بزوايا ٢٢ أو ٤٦ مؤلفاً هالتيْن مُعكفتين. وتكون هالات عادة غير مُكتئبتين، وغالباً ما تُشاهد الطعري منهُما فقط. هذا ويمكن مشاهدة هالات حول الشمس أيضاً.

شبح بروكين

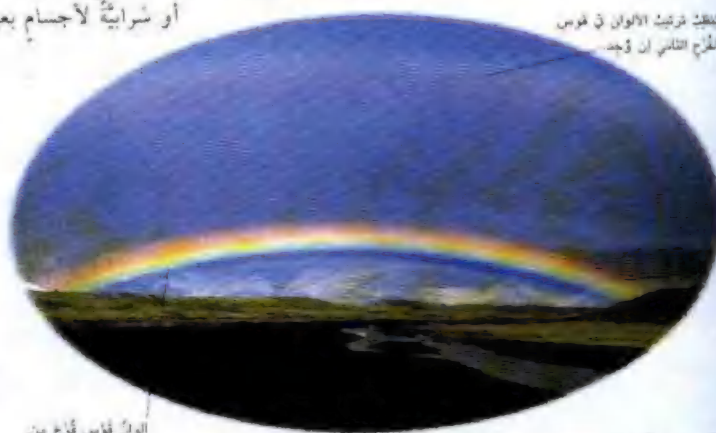
يمكن مشاهدة ظاهرة شبح بروكين عندما تكون الشمس منخفضة في السماء بخاضة في المناطق الجبلية - إذ تبدو ظلال الأسماء والناس صاعدة هائلة على الصياح أو الشجيرة الواقعة تحته. ويُعرف هذا الظن شبح بروكين نسبة إلى جبل بروكين في ألمانيا - حيث تُشاهد هذه الظاهرة.



تحلل ضوء الشمس

تحلل قشرة المطر كتوسير صغير، فينكسر شعاع الضوء النافذ إليها وينعكس بداخلها، ثم ينعكس ثانية وهو يُعادونها.

المنظر قريش الألوان في قوس القزح الثاني إن وجد



أقواس قزح

يمكنك مشاهدة قوس القزح فقط عندما تكون الشمس خلفك ورؤ المطر أمامك. فهذه الأقواس تتكون عند تقاء أشعة الشمس في ملايين قطرات المطر. تعمل القطرات المتعلقة في الهواء كتوسيرات صغيرة تحلل ضوء الشمس الحار خلالها، كما هو موضح أعلاه، إلى ألوان الطيف الشبعة التي تولد قوس القزح. وقوس القزح هو في الواقع شريط من دائرة كاملة تحجب الأرض مغطيتها. لكن من ارتفاع شاهق، من طائرة مثلاً، ومع شيء من الحظ، قد تُشاهد الدائرة القوسية كاملة.

جون تيتلاند

اهتم العالم البريطاني، جون تيتلاند (١٨٢٠-١٨٩٣)، بدراسة الشالغ، وكان من أوائل مُتسلفي جبل مايزهورن في الألب السويسري. وله أيضاً



أبحاث في الضوء وظاهرة استقطاب بالهزبات الكبيرة والغبار. هذه الظاهرة المعروفة باسمه هي سبب رؤيتنا لحزم الأشعة من نور الشمس. وارتأى تيتلاند أن زُرقة السماء عائدة إلى كون استقطاب الجزء الأزرق من نور الشمس في السماء أسرع كثيراً من استقطاب سواة من الألوان الأخرى؛ وقد أثبت أينشتاين صحة ذلك فيما بعد.

لمزيد من المعلومات انظر

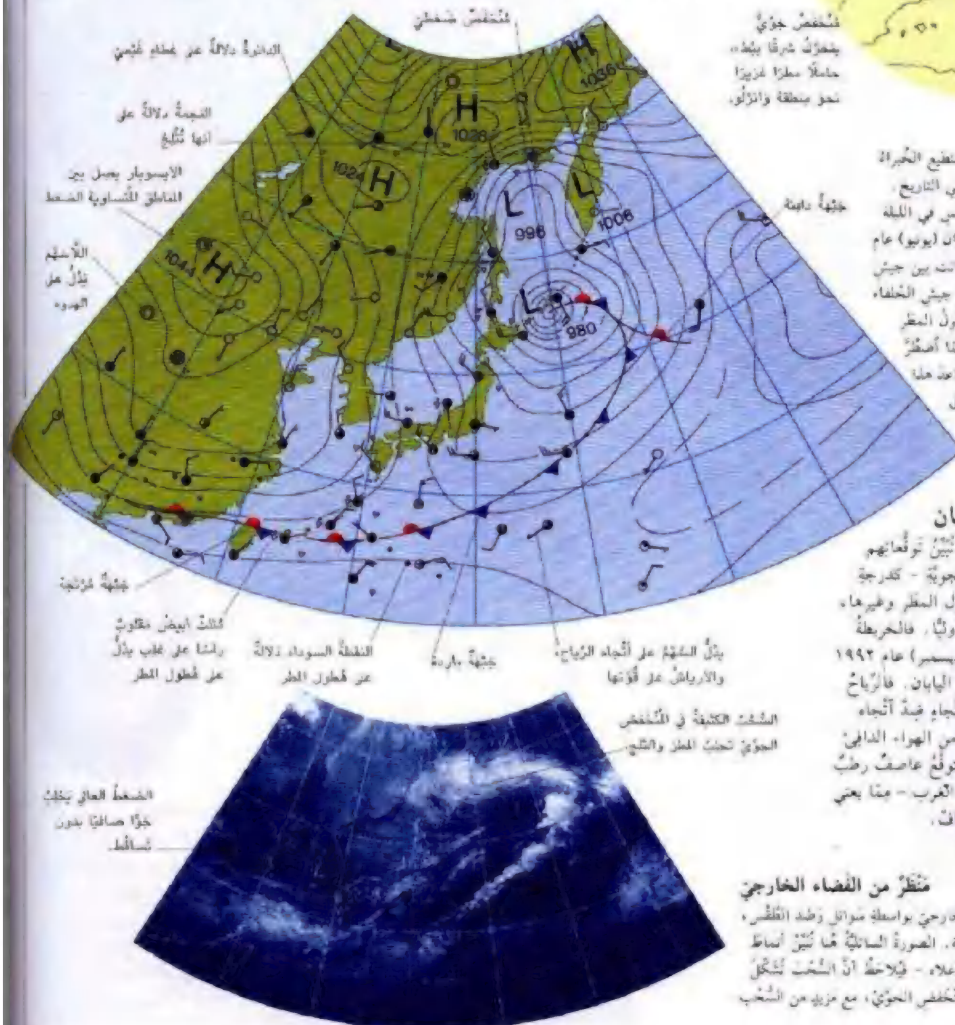
- الكهربائية الشائعة ص ١٤٦
- الانكسار ص ١٩٦
- الضوء والمادة ص ٢٠٠
- الظلال ص ٢٠١
- الألوان ص ٢٠٢
- الحز ص ٢٤٨

العلامة الدالة على
الزمن تخلصت مؤلف
المعرفة

بالرجوع إلى السجلات القديمة نستطيع التجرّس
رسم خرائط القنص للآيام تعيّن في التاريخ
للقهرية أعلاه، تبيّن أسواق القنص في السنة
السابقة للحركة والزلو في ١٧ حزيران (يونيو) عام
١٩١٥. والمعروف أنّ الحركة كانت بين جيش
الإمبراطور الفرنسي نابليون، وبين جيش الخلافة
بقيادة ذوق وثقوت. لقد أدّى هذا المظهر
الغريب إلى تولّي أرض المتركة هذا أصغر
الفرسين إلى ناسم محوهم، مساعدته
لأخيراً على تدفق المزيد من الفرق
المسكينة لئلا تبادى جيش ولتقوت
والمتناصرة في الحركة.

تؤسس الميثاق خرافات الطقس بين توابعهم
للمختلف الظروف والأحوال الجوية - كدرجة
الحرارة والرياح والضغط وقطول المطر وغيرها -
مستعدين زمامًا متفقًا عليها فوريًا، فالخرطة
الشائعة يوم ١٦ كانون الأول (ديسمبر) عام ١٩٩٢
لبن تشرق منقش جوي فوق اليابان، فالرياح
القوية تهب حول المنقش باتجاه شبه اتجاه
قرب الساعة منوّرة جيّات من الهواء الدافئ
والبارد معه. فترى خيالي المتوقّع عاصف رطب
يسمى بـ"سُطر خيالي" إلى الغرب - منّا يعني
أنّ الطقس في النصف بارّد وحاف،

تَلَفُّظُ صَوْبٍ لِلشَّعْبِ مِنَ النَّصَاءِ الْحَارِجِ بِوَاسِطَةِ مَوَاتِلِ وَطَدِ الْقُلُوبِ ،
فَتَبَيَّنَ الْأَحْوَالُ الْحَقِيقَةُ بِعَظَمَةِ عَاطِفِهِ . الصُّورَةُ السَّائِلَةُ هُنَا تَبَيَّنَ أَسَاطِرَ
الشَّعْبِ الْحَارِاقَةِ لِوَعْدَةِ الْقُلُوبِ أَعْلَامَ . وَفَلَاخَةُ أَنَّ الشَّعْبَ يَتَكَلَّمُ
عَبْدَةً كَثِيفَةً عَلَى مَقَرٍّ مِنْ مَقَرٍّ التَّخْفِيفِ الْحَقِيقِيِّ ، مَعَ مَزِيدٍ مِنَ الشَّعْبِ
الْمُتَشَبِّهِ عَلَى أَعْدَادِ خَطِّ الْخَبْرَةِ .



جَمْعُ المَعْلُومَات

تُجْمَعُ مَعْلُومَاتُ الأرصاد الجوية العالمية ١٥٠ بلدًا تُقَدَّرُ كُلُّهَا من المعلومات المجمعة في المراكز العالمية لِزُجْدِ الأحوال الجوية. فُجْمَعُ كُلُّ يومٍ مَعْلُومَاتٌ من حوالي ١٠,٠٠٠ محطة أرضية و ٧,٠٠٠ سفينة وبيانات الطائرات والمناطيد وجوّ شاتل، في مراكز خاصة في موسكو بروسيا، وواشنطن العاصمة بالولايات المتحدة، وميلبورن بأستراليا. وتُجْمَعُ التَّشَارُتُ الجوية الإقليمية والدولية، وتُرْسَلُ إلى الأعضاء في المنظمة، فيرسل هؤلاء بدورهم تلك المَعْلُومَاتِ إلى مكاتب الأرصاد الجوية المحلية التي تُجَدِّدُ بدورها التَّشَارُتَ الجوية الخاصّة بالبلد المُضَر.



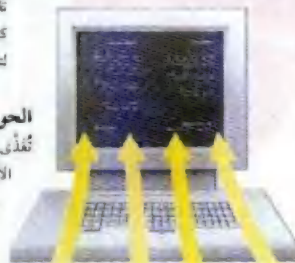
السُّنَنُ

تُعَيَّنُ سُنَنُ الزُّجْدِ الجوّي الضَّغْطَ ودرجة الحرارة في مستوى سطح البحر، كما تُعَيَّنُ درجة حرارة البحر ذاته. وتُطْلَقُ أيضًا بالونات الزُّجْدِ الجوّي ليعتَمِدَ المعلومات عن أحوال الجوّ على ارتفاعات مختلفة.



الحُوسِبُ

تُغْذَى النُّظُمُ والمُخَالَغَةُ الحاسوبية بالمعلومات الأرصادية من مراكز أنحاء العالم، فتقوم الحواسيب بتنظيم التَّوَاتُتِ عن أحوال الطقس المتوقعة.



مَسَائِرُ الزُّجْدِ الأَسْلَكِيَّةِ

تُحَوَّلُ المُنَاطِيذُ الشَّعْبَاءُ بِالْهَيُولِيمِ وَرَمًا من المَعْدَنَاتِ إلى اليُولِيمِ تُعْرَفُ بِمَسَائِرِ الزُّجْدِ الأَسْلَكِيَّةِ. وبالإضافة إلى ما يُعَدُّ هذه المسابير من مَعْلُومَاتٍ عن الضَّغْطِ ودرجات الحرارة، فإنه يمكنُ لِعَقْبِهَا لِنِسْرِ شَرَارَاتِ الرِّيحِ المُخْتَلِفَةِ.



تُطْلَقُ مَسَائِرُ الزُّجْدِ الأَسْلَكِيَّةِ مُزَوَّجِينَ في الغُورِ على الأقل.

إِسْتِخْدَامُ التَّوَاتُتِ الجوية

لَا يَحْسُ لِلْمَطَارَاتِ عن تَبَيُّنَاتِ الأحوال الجوية، بخاطِفة في قُلُوبِ رَديء، في تُخَذُ التَّوَاتُتِ وَنَجْمُزُ التَّوَاتُتِ لِإِبْدَاءِ المَدَارِجِ سَالِكَةً. ويُعَيَّنُ التَّلُجُّ والجَلِيدُ أَسْوًا ما يُعَدُّ حَرَكَةُ الطَّائِرَاتِ من أخطارها كما إنَّ التَّوَاتُتِ بَيْنَ الرِّيحِ العَالِيَةِ مُهِمَّةٌ أيضًا.

لِزِيَادِ المَعْلُومَاتِ فَانظُرْ
سُيُفَةُ الهَوَاءِ من ٢٥٠
الْمُنَاطِيذُ الشَّعْبَاءُ من ٢٥٣
قُوَّةُ الرِّيحِ من ٢٥٦
تَكْوِينُ السُّحُبِ من ٢٦٢
زُجْدُ الطَّقْسِ من ٢٧٢
الشَّوَاتِلُ (الأخبار الصحفية) من ٣٠٠
حَقَائِقُ ومَعْلُومَاتٍ من ٤١٦

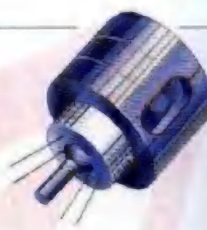


المَحْطَّاتُ المُؤَمَّنَّةُ

في المُنَاطِيقِ النَّاتِيَةِ تُجْمَعُ مَعْلُومَاتُ زُجْدِ الطَّقْسِ في مَحْطَّاتٍ غَيْرِ مَأْمُورَةٍ، ثُمَّ تُرْسَلُ أَوْتَمَاتِيًّا عن طريق سَاتِلِ فُضَائِيٍّ إلى مراكز الأرصاد الجوية. وتُقامُ مَحْطَّاتٌ مُشَابِهَةٌ على بعضِ مَنَاطِقِ التَّلُجِّ البحريَّةِ البَعِيدَةِ عن الشَّاطِئِ.

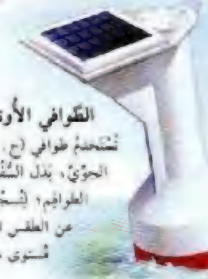
الشَّوَاتِلُ

تُجْمَعُ المَعْلُومَاتُ من الأرض بواسطة الشَّوَاتِلِ وتُرْسَلُ إلى مَحْطَّاتِ الزُّجْدِ الجوّي كُلُّ ٣٠ دَقِيقَةً مُرَّةً بِمَعْدُومِ لَأَسَابِيقِ السُّحُبِ المُتَوَاجِدَةِ.



التَّوَاتُتِ الأَوْتَمَاتِيَّةُ

تُصْطَفَعُ طَوَائِفُ (ج. طَائِفَةٍ) الزُّجْدِ الجوّي، يَذَلُّ السُّنَنُ ذاتِ الطَّوَائِفِ، لِتَحْضِرِ المَعْلُومَاتِ عن الطَّقْسِ المُحَلِّيِّ على مُستَوًى سطحِ البحرِ وَتُرْسَلُ إلى الشَّوَاتِلِ.



الطَّائِرَاتُ

تُحَوَّلُ طَّائِرَاتُ حَادِثَةِ آلاَتِ الزُّجْدِ إلى الجَزِيرِ. وهي أحيانًا تُجَدِّدُ قِيَاسَاتِهَا تَوًّا إلى الأرض، أو تُسَجِّلُ قِيَاسَاتِهَا المُخْتَلِفَةَ بِعَوْدَةِ بَها إلى الأرض.

المَحْطَّاتُ الصَّغِيرَةُ

يُؤَدِّي بَعْضُ الْفَرَادِ دَوْرًا مُهِمًّا في زُجْدِ الطَّقْسِ بواسطة آلاَتِ زُجْدٍ بَسِيفَةٍ، وهم يَحْتَمِلُونَ بِمَعْلُومَاتِهِمْ عن أحوال الطَّقْسِ المُحَلِّيِّ إلى مَحْطَّةٍ زُجْدٍ رَاسِيَةٍ.



لويس فراني رينشاردسون

إِسْتَبِيظَ الرِّيحَاضِي (البريطاني)، ل. ف. رينشاردسون (١٨٨١-١٩٥٣)، طَرِيفَةً لِإِسْتِخْدَامِ التَّقْنِيَّاتِ الرِّيحَاضِيَّةِ في التَّيْبُو عن الأحوال الجوية. أنجز رينشاردسون نظريته أثناء خدمته العسكرية في فرقة الإنقاذ خلال الحرب العالمية الأولى، لكنَّ مَخْطُوطَهُ قُذِفَتْ عام ١٩١٧ في إحدى المعارك، ثُمَّ وَجِدَتْ بَعْدَ عِدَّةِ أَشْهُرٍ تحت كُورَةٍ من القُحْمِ. وقد نُشِرَ عَمَلُ رينشاردسون عام ١٩٢٢، لكنَّ أَهْلَكَاهُ لَمْ يُمَكِّنْ تَطْبِيقَهَا إِلَّا حينَ اخْتَرَعَ الحَاسُوبُ الإِلِكْتَرُونِيّ بَعْدَ ٢٠ سَنَةٍ.



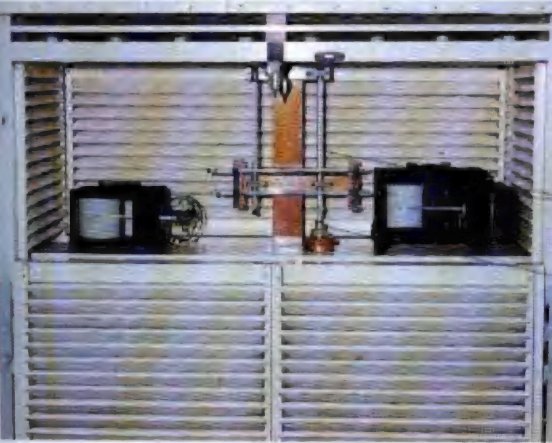
رصد الطقس

اختراع السماء

يخترع الآن عادةً عند الفجر والغسق، لكن منهم منشاء بحث هذا الظن أن في أوروبا وأمريكا الشمالية، تميل الرياح العاصف إلى الأحياء الجوية من الغرب. فإذا اشتد خريف الشتاء عند الغروب فذلك يعني أن الطقس الشيفل سيكون صافياً. أما خريف الشتاء عند الصباح فتعني أن الطقس الجديد سبارت نهائياً.

الشيفل المزدوج يصد حرارة الشمس.

على مدى آلاف السنين قبل اختراع آلات رصد الطقس في القرن السادس عشر، كان الناس يرقبون المظاهر الطبيعية وشكل السماء والغيوم، وأوضاع الشمس والقمر وأحياناً سلوك الحيوانات والنباتات لتعرف أحوال الطقس. ولقد نشأ عن تلك الجبرات الكثير من الأقوال المأثورة في علامات الطقس المتوقع نتائجها الأجيال على مر السنين فحدث جرة من التراث الشعبي عندهم. إن كثرة من هذه العلامات والأمثال هي أكثر من تراث شعبي - فهي غالباً ما نصح في مجال الرصد الجوي. إن المراقبة الدقيقة لأحوال الطقس، معززة بالقياسات البسيطة لدرجات الحرارة والضغط الجوي تجعل عملية التنبؤ الذاتي بالأحوال الجوية المحلية مصدراً موثوقاً يُعَوَّل عليه.



الوقلة الأماجورية تظل آلات الرصد من شغ الشمس المباشر. وتثبت شقوق التهوية في جوانب الصندوق لتورق الهواء بخرقة داخلية.

توسمات ذو تسبيلة شمسلة وأخرى جافة

لغرض التسبيلة الممسلة في ماء نظيف، وخلال عملية التبريد تفسد الحرارة من الترمومتر.

تقام جميع صناعات شيفلسون الأماجورية للرصد الجوي على غلو ١٠٢ م في يمتكن تقارنت جميع القياسات بدقة.



الكروز الياباني

حزب العادة في اليابان على تسجيل تواريخ لتورق (إزهار) أشجار الكروز منذ عدة قرون. وقد ساعدت تلك التسجيلات المتهين بالرصد الجوي على معرفة نوعيات الطقس منذ مئات السنين، وما إذا كان فصل الشتاء قارصاً أو الربيع مبكراً في أي منق من السنين.

صناديق شيفلسون الأماجورية

تستخدم معظم محطات الرصد الجوي والكثير من المدارس صناديق شيفلسون الأماجورية. وقد يحوي الواحد منها ترمومترًا ذا بصلية مخططة وأخرى جافة لقياس الرطوبة النسبية، التي تتغير درجات الحرارة، والتي تحتسب بواسطة جدول خاص. وقد يحوي الصندوق الأماجوري أيضاً ترمومترًا الهائي العظمى والشمري ومسطحات بخطاطية للرطوبة ودرجات الحرارة.

النواشي

يعتقد شعباً أن جثوم النواشي في الحقل دليل على قرب حلول المطر - إقراضاً أنها بذلك تفسد نفسها شيئاً جافاً. حتى لو كان هذا الإضرار صحيحاً، فالمسألة أن النواشي تنكم في أي وقت. فلا بد أن جثوم قطع من البقر في حقل ما على قرب حلول المطر.

تصبح قشش لشعة البشر رطبا عند اقتراب قطر المطر.



الثب البحري

يمكنك استخدام قشش من غيب البحر الأشهر (الكالب) لتجلبها من الشاطئ، لقطع الكالب هذه، يساعدك في مراقبة ظليات الطقس. ففي الطقس الجاف تتغير الرطوبة من قشرة الكالب فتصنع قشرة صلبة. وفي الطقس الرطب تنتش القشرة الرطبة من الهواء فتتخذ قشرة ممتدة. غير أن تغيرات قشرة البحر تبت عن حال الطقس ألب - لا عفا سيكون عليه الطقس في أيام متتالية.



تعاين حيواناتك من الزلقة (الرومايزم) في فاعليتها.

العظام

علاول قرابات الطقس الطيف المتحول قد لا يشتر سماتو الرتبة (الرومايزم) بالآلم. لكن مع اقتراب الطقس الرطب البارد، فإنهم يبدأون «تقسة في عظامهم».

لمزيد من المعلومات انظر

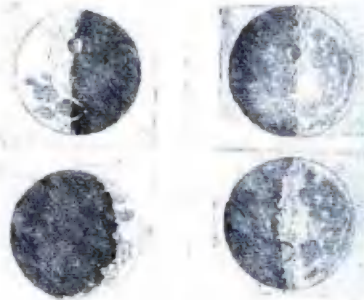
- الظوء والسائد من ٢١٠٠
- المشاحات المظيرة من ٢٤٦
- صفت الهواء من ٢٥٠
- فدجات الحرارة من ٢٥١
- الرطوبة من ٢٥٢
- السب من ٢٦٠
- ظواهر وتأثيرات غير عادية من ٢٦٩
- التنبؤ بالأحوال الجوية من ٢٧٠

الفضاء

عندما تنطلق نحو السماء فأنت تنظر إلى الفضاء - حيث قد ترى النجوم والكواكب ومدى شاسعاً من الفضاء الخاوي فيما بينها. وقد حاول الناس منذ القدم إدراك موقع الأرض في مجالها المحلي المحدود من هذا الفضاء ومع ما هو وراءه من الكون اللامحدود. استخدمت الحضارات الأولى تحركات الأجرام السماوية أساساً لتقويمها وقليلاً مُرشداً للملاحة البحرية وأحياناً لاستطلاع الأحداث المستقبلية بالشجيم. وقد حاول الفلكيون الأوائل تحليل تحركات تلك الأجرام؟ وراحوا منذ القرن التاسع عشر يبحثون عن ماهيتها ونشأتها. واليوم نناح للفلكيين ثغيات مُتطورة بالغة الدقة والتعقيد لمنايعة أبحاثهم في محاولة فهم أسرار هذا الكون الفسيح.



في العام ١٩٦٩،
كان عالم الفلك
الإسباني غاليليو
غاليلي، أول
شخص يدرس
الفضاء بقرابة
(تلسكوب).



حين رجع غاليليو بقرابة سبع الف مرة شاهد هذا وحده لا يرى
بالعين المجردة.

المقاريب (التلسكوبات)

كان للتلسكوبات، في مختلف مراحلها، تأثير كبير على علم الفلك. ففي
أوائل القرن السابع عشر اخترع المقراب واستخدم للمرة الأولى
لاستطلاع الفضاء. فكشفت لنا على سطح الشمس وأرجاء
من أقصر المشتري، ومريخاً لا نحصى من النجوم.
وشاهد أصبحت التلسكوبات أكثر تطوراً
وتقيداً، ولذا أجدها تستخدم في
قياس مواقع النجوم وحليل
إشعاعاتها والقاط شوي
قوتها فراقها لها.



مقراب غاليليو

شجرة مصقولة (بشر
التلسكوب) (إيطاليا)
تستخدم أعظم

المناطق القشرية لدم
بوابع امتلأت شعيرات
الشفرة الشبيهة.

الفضاء الموحش

لبدأ الكون بلايين السنين. والمجرات - ومع ذلك نظراً خاوية نسبياً، وهو
من السماء المدهى بحيث إن ضوء جميع بلايين النجوم لا يكفي لإضاءةه؟
فحين النجوم هناك بلايين الكيلومترات من الفراغ المظلم القارو
والصفر. إن الإنسان جو شكل الحياة المترك الوحيد في هذا الكون؟
لذا فالفضاء، بالشبه له، فكانت موحشاً حقاً.

سأطرح فضائنا، من طرف قوساجين، وإلى كوكبت
القناري، وإلى داورفوس ويتنور في الستين
١٩٩٩ وبين ١٩٩٩، فحينها بعض استقرات العلمية
كذلك حققاً أيضاً بعض التطلعات في الفوترة.

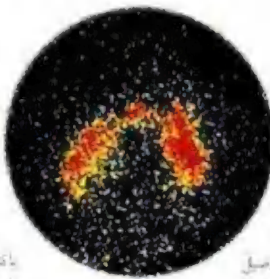
معدلات حديثة

يستخدم الفلكيون معدات حديثة على الأرض
ويرسلونها أيضاً إلى الفضاء لتتصوّر على مشاهد
ومعلومات أفضل مما يتحده. فالهواتف النارية
في مدارها حول الأرض تسبغ ضوءاً لأجرام
أبعدنا بأضواء البعد فقد تمكننا التقاد
إستعاضة لا يتسنى لها التعرف على
الأرض. كما ترصد الأرواح حاد.
كسواة فضائية، هي ومطاب حركات الدور
حول كواكب أخرى أو شمسها عليها وبعث
بانتشاعها إلى الأرض. ووجدوا بالمرآة أن
النجوم في معظم هذه التواريخ والتلسكوبات
سبح من الأرض بواسطة الحواسيب.



صور الفضاء

على مدى هذه فروع، طلبت الطريقة الوحيدة
لاستطلاع خفايا الكون هي تجميع أمواج
الضوء المنبعثة من الأجرام البعيدة
ويراها. أما اليوم فيستطيع الفلكيون تجميع
وراسة أنواع أخرى من الإشعاعات المنبعثة
للاشعة السينية مثلاً، لإعداد صور أكثر من
الكون. فالطاقة المتفجرة بالانفجار السطحي أشعة
الغاما لها قوة شعش (تحتوي أعظم) تظهر تفاصيل
والضياء تاسعة - في حين إنها لو التفتت بأمواع ضوئية
قطر، لها بأن منها سوى كتلة غازية خفيفة والبرق.



مجموع المجزآت في الكون بقايت
١٠٠٠٠٠ يعلمون مجزأة.

كُلُّ شَيْءٍ فِي الْكُونِ يَتَغَيَّرُ. فعلى الأرض، يتغيَّرُ نَبْتُ الشَّيْثِ بَعْدَ اقْتِضَاءِ أَجَلِهِ، وكذلك السَّيَّاتُ وَالْكَائِنَاتُ الْآخَرَى. وَالشُّجُومُ فِي الْقَضَاءِ أَيْضًا لَهَا أَجَالُهَا، وَهِيَ دَائِمَةُ التَّغْيَرِ. حَتَّى الْكُونُ كَمَجْمُوعٍ لَا يَبْقَى عَلَى حَالِهِ، فَهُوَ أَيْضًا لَهُ أَجَلُهُ الْخَاصُّ. فِي مَطْلَعِ هَذَا الْقَرْنِ، اكْتَشَفَتِ الْفَلَكِيُّونَ أَنَّ جَمِيعَ الْمَجَرَّاتِ (مَجْمُوعَاتٍ عَظِيمَةٍ مِنَ النُّجُومِ) تَتَافَعِدُ بَعْضُهَا عَنْ بَعْضٍ بِسُرْعَةٍ، وَأَنَّ الْكُونِ يَتَمَدَّدُ بِاسْتِمْرَارٍ.

المسافات في الكون شاسعة جداً بحيث تقاس بالسنين
الضوئية، والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها
الضوء في سنة، ولما كانت سرعة الضوء
تساوي ٣٠٠.٠٠٠ كم في الثانية، فإن
هذه المسافة تبلغ
٩٤٦.٠٠٠ مليون
كيلومتر.



البكر

مُؤَلَّفُ الْبَشَرِ جُرْعَةً ضَنْبِيًّا مِنَ الْكُلِّ

يسري الضوء أوجاً. فالعوجة الضوئية
تتضاعف العنقشة زفافاً، بينما الخمسة المتكئة
تخترأ. وفي ما بينهما باقي ألوان الطيف
الأخرى. إن أوج الضوء من تحت، تتحرك
بعيداً عنه، تنكث نحو الطرف الأحمر للبلبل
فيما تنسبه الانزياح نحو الأحمر، وتزداد هذا
الانزياح بزيادة سرعة الحركة. ويعلم
العلمون، أيضاً، بقانون هبل، أن المجرات الأبعد
تتحرك عنا بسرعة أكثر من المجرات الأقرب.
وهكذا يتبين، بصدق الانزياح نحو الأحمر، بُعد
المجرة موضع الدرس عن الأرض.

الارض احدى تسعة كواكب
تدور حول نجم هو الشمس.

شريعة الضوء هي المراجعة القياسية للنسور في
الكون: بحيث أن لا شيء أسرع من الضوء. ومع
ذلك، فإن ضوء القرب أصبح (ثباتاً) (عند المُنشأ)
يستغرق 6.3 سنة ليصل إلى الأرض، أي أن بُعد
يبلغ 3.2 سنة ضوئية - فعند نراه حالياً كما
كان هو منذ 6.3 سنة.

الضوء الذي ينشأ من هذه
الحرارة يتبعها تنفوساً بعيداً عنها.

لصواعق الميثع من هذه المجرى شرايح أكثر نحو الطرف الأحمر لطيف.
قدما يُرى أن شرعة هذه المجرى أكثر وأنها تعد من المجرى أعلا.

توجد مجزأة ذرب التثنية ضمن قنو
(عنقود) من المجزآت يضم حوالي 20
مجزأة إلى مجتمعات كهذه تُصنّف
إجمالاً كقنات مجزئية سطحية.

في العام ١٩٢٤، بين الفلكي الأمريكي، إدوين هابل (١٨٨٩-١٩٥٣)، أن السُدم (رُقعاً ضوئية ضبابية في

القضاء) هي مجزأت بعيدة. وفي
عام ١٩٢٩، وَجَدَ أَنَّ الشَّرْعَةَ الَّتِي
تَحْكُمُ بِهَا مَجْرَأَتُ مَا، بَعِيدَةٌ عَنِ
الْأَرْضِ، تَعْبِيدٌ عَلَى بَيْعِهَا
عَنِ الْأَرْضِ. فَلَمَّا كَانَ بَعْدُ
مَجْرَأَتُ خَمْسَةِ أَضْعَافٍ يَبْدُو
أُخْرَى، لَهَا تَحْكُمُ تَحْكُمُ سُرْعَةً
تَسَاوِي خَمْسَةَ أَضْعَافٍ سُرْعَةً
الْأُخْرَى. وَهَذَا هُوَ قَانُونُ هِيلِ.

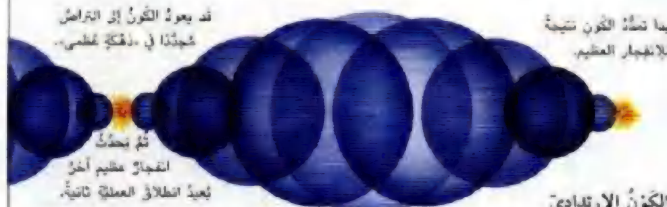
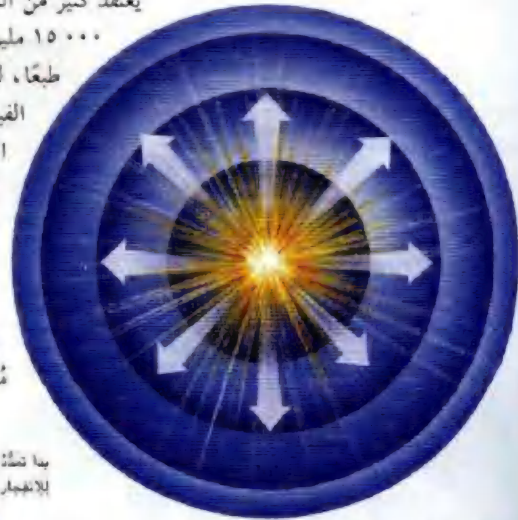
قَرَبَ الثَّمَانَةَ
النَّجْمِ شَجَرَةً
وَاحِدَةً فَقَطَّ مِنْ قُرْبَانِ
٥٠٠٠ طَلِيقُونَ
نَجْمٍ فِي شَجَرَةٍ ثَمْنِي
قَرَبَ الثَّمَانَةَ

يَعْلَمُ الْفَلَاقُونَ أَنَّ
هَٰذَاكَ الْغَالِيَّ مِنْ
النُّجُومِ الَّتِي لَهَا
كَرَاجُهَا الْحَاسَةُ فِي
الْكُونِ لَكِنَّ الْفَلَسْفِ
هِيَ، حَتَّى الْآنَ،
النَّجْمُ الْمَعْرُوفُ
الْوَحِيدُ الَّذِي يَعْطِي
عَلَيْهِ ذَٰلِكَ

قياس الصوت ص ١٨٠
القنطرة ص ١٩٠
أصل الكون ص ٢٧٥
المجرات ص ٢٧٦
النجوم ص ٢٧٨
النظام الشمسي ص ٢٨٣
علم الفلك ص ٢٩٦

أَصْلُ الكَوْنِ

يَعْتَقِدُ كَثِيرٌ مِنَ الْعُلَمَاءِ أَنَّ الكَوْنَ نشأَ عن انفجارٍ هائلٍ هو الانفجارُ العظيم، منذ ١٥٠٠٠ مليون سنة، تُولدت فيه كُلُّ أشكالِ المادَّةِ والطاقة - كما الفضاءَ والزمنَ. طبعًا، لم يكن هناك أحدٌ ليروي ما حدث، ولكنَّ الاكتشافاتِ الفدَّةِ في عِلْمِي الفيزياءِ والْمَلَكِ مَكَّنَتِ الْعُلَمَاءَ من اقتفاءِ تاريخِ الكَوْنِ حَتَّى جُزْءِ النّاتِيَةِ الْأَوَّلِ من نشأته. وَهُم يَعْتَقِدُونَ أَنَّ مادَّةَ الكَوْنِ قَبْلَ الانفجارِ كانتِ هَبُولِي مُطْلَقَةً مُتْرَاصَةً في حجمٍ ضئيلٍ، وَأَنَّها في تَمَدُّدٍ مُسْتَمِرٍّ مُتَدَدٍ. وَقَدْ وُضِعَتِ نَظَرِيَةُ الانفجارِ العظيمِ عام ١٩٣٣. ثُمَّ قُدِّمَتِ نَظَرِيَةُ أُخْرَى عام ١٩٤٨، تُعَرِّفُ بِنَظَرِيَةِ الحَالَةِ المُسْتَقْبَرَةِ، مَقَادُها أَنَّ تُحَلِّقَ المادَّةَ الجَدِيدَةَ مُسْتَمِرًّا، وَهَكَذَا فَإِنَّ الكَوْنَ، كَكُلِّ، لَنْ يَتَغَيَّرَ! لَكِنَّ هَذِهِ النَظَرِيَّةَ لَا يُعْتَدُّ بِها الْآنَ. وَقَدْ بَدَأَ الْعُلَمَاءُ مُؤَخَّرًا يَتَدَاوَسُونَ مُسْتَقْبَلَ الكَوْنِ وما الَّذِي يَنْتَظِرُهُ تَالِيًا.



الانفجار العظيم

مِنذُ حَوَالِي ١٥٠٠٠ مليون سنة كان الكَوْنُ ضئيلَ الحجمِ جدًّا وحادًّا جدًّا؛ وبالانفجار العظيم بدأتِ عمليَّةُ التَّمدُّدِ والتَّغْيِيرِ، وما زالتِ مُسْتَمِرَّةً حَتَّى الْيَوْمِ. ففِيالْآنِ دَقَائِقُ من حُدُوثِ الانفجارِ أَخَذَتِ الْعِلْمِيَّاتِ الذَّرِيَّةُ بِالثَّلَامِ مُكَوَّنَةً غَازِي الْهَلِيُومِ وَالْهَدْرُوجِينِ اللَّذَيْنِ، عَلَى مَرِّ عِلَاقِ السَّنِينَ، أَتَجَا النُّجُومَاتِ وَالْكَوْمُ وَالْكَوْنُ كما نَعْرِفُهُ الْيَوْمَ.

الكَوْنُ الْارْتِدَادِي

ما هُوَ مُسْتَقْبَلُ الكَوْنِ؟ لِلْعُلَمَاءِ نَظَرِيَّاتٌ مُتَنَابِيَةٌ حَوْلَ هَذَا الْمَوْضُوعِ. قِبَعْهُم، من أَصْحَابِ نَظَرِيَةِ الكَوْنِ الْمُقْصَرِ، يَرَوْنَ أَنَّ لَا نَهايةَ مُتَدَدِ الكَوْنِ؛ لَكِنَّ سِبْغَاضًا تَدْرِيحًا قُلَّ أَنْ يَتَوَفَّ: فَمَا يَرَوْنَ أَصْحَابُ نَظَرِيَةِ الكَوْنِ الْمُتَلَقِّ أَنَّ الكَوْنَ سَيَتَوَفَّ عَنِ السَّلْمِ وَيَبْدَأُ بِالنَّفْطِ وَالْثَّلَامِ حَتَّى يَصِيحَ مُتْرَاصًا جَدًّا أَوْ حَارًّا جَدًّا - نَهايةَ لَانْفِجارِ عَالِيَمِ جَدِيدٍ.

بدأت أشكال الحياة الأولى بالظهور على الأرض حوالى ١٢٠٠٠ مليون سنة بعد الانفجار العظيم.

وُلدت الشَّمْسُ بَعْدَ ١٠٠٠٠ مليون سنة من الانفجار العظيم؛ ونشأت الأرض والكواكب من الانقاض المحيطة.

اتخذت شِعْرَتُها، دَوَّرَتِ الثَّلَامَ، شَكْلَها الْقَرْمِي بَعْدَ ٥٠٠٠ مليون سنة من الانفجار العظيم.

نشأت الكواكبات (السلاسل المجرات) ما بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ مليون سنة بعد الانفجار العظيم.

بدأ تلام المادَّة كُتْلًا بَعْدَ ١٠٠٠ مليون سنة من الانفجار العظيم.

المزيد من المعلومات أنظر
البِيَّةُ الذَّرِيَّةُ ص ٢٤
الْجَلْدُ وَالْمَالِحُ ص ٢٢٨
الْكَوْنُ ص ٢٧٤
النُّجُومَاتُ ص ٢٧٦
النُّجُومُ ص ٢٧٨
السُّوَالِيقُ (الْأَقْطَارُ الصَّاعِقَةُ) ص ٣٠٠



عاشَتِ الثَّلَامِيَّاتُ حَوْلَ ١٩٠ مليون سنة. وظهر الضفد البشري منذ قرابة مليوني سنة - وهو حُرَّةٌ ضَعِيفٌ من لَاسِ الكَوْنِ.

الرُّسُ الْخَاضِرُ - حَوَالِي ١٥٠٠٠ مليون سنة بعد الانفجار العظيم.

بدأ تَشَكُّلُ الْمَجَرَّاتِ بَعْدَ ٣٠٠٠ مليون سنة من الانفجار العظيم.

خُلُودُ الْأَزْمَةِ

نَشَأَ الكَوْنَ مُتَجَالِسًا الْأَجْزَاءُ قَرِيبًا. لَكِنَّ مَعِ عَمَلِيَّةِ التَّمدُّدِ أَخَذَتِ المادَّةُ تَلَامًا كُتْلًا بِدَاخِلِهِ - وَصَاعِدَتِ الجاذبيَّةُ في تَجَنُّعٍ الْمَزِيدِ سَها تَارَكَةً سَاطِقًا من الْقَصَا، الْخَاوِي يَتَلَّها. وَفِي نَهايةِ الْمَطافِ، أَتَجَنُّعَ سَاطِقُ تَجَنُّعِ المادَّةِ الشُّوْمُ وَالْمَجَرَّاتُ.

خِلَالِ دَقَائِقِ تَلَفَ الكَوْنَ من ٧٥٪ هَدْرُوجِينٍ و ٢٥٪ هَلِيُومٍ. كَانَتِ دَرَجَةُ الحَرَارَةِ لَمَرَّةً ١٠٠٠٠ مليون درجة.



وَقَدْ كَشَفَتْ، عام ١٩٩٢، تَقَارُفًا فِي هَذِهِ الْإِشْعاَعاتِ - مِمَّا يُوْزِدُ نَظَرِيَّةَ الْانْفِجارِ الْعَظِيمِ.

إِشْعاَعاتُ الْخَلْفِيَّةِ

مِنذُ الْأَرْبَعِيَّاتِ مِنْ هَذَا الْقَرْنِ، أَخَذَ الْعُلَمَاءُ يَتَقَبَّضُونَ حَالِ الكَوْنِ فِي بِداياتِ نَشأته. وَكَانُوا مُتَرَكِّبِينَ لِحَقِيْقَةٍ أَنَّهَ كانَ سَاقِلًا بِالْإِشْعاَعاتِ وَأَنَّ تِلْكَ الْإِشْعاَعاتِ لَا تَدَّ قَدْ تَرَدَّتْ مَعِ تَناميِ الكَوْنِ وَبُرُودِيَّةِ - حَتَّى إِنَّ الْفَلَكِيَّ الْأَمْرِيكِيَّ، جُورْجِ جَامَاوِ، قَدَّرَ دَرَجَةَ الحَرَارَةِ الَّتِي يَجِبُ أَنْ تَكُونَ عَلَيْها الْآنَ. وَفِي عام ١٩٦٥، كَشَفَتْ الْعَالِمَانِ الْأَمْرِيكِيَّانِ، أَرْنُو پَرِيَّاسَ وَرُوبَرْتِ وَيَسُونِ عَنِ تَوَاجُدِ مِثْلِ هَذِهِ الْإِشْعاَعاتِ (الْمُشْعاَعاتُ إِشْعاَعاتُ خَلْفِيَّةٍ) جَلا، فَكَانَ فِي ذَلِكَ بُرْهَانًا يَدْعُمُ نَظَرِيَةَ الْانْفِجارِ الْعَظِيمِ.

المَجَرَّات

تُواجِدُ النُّجُومُ في مجموعاتٍ تُدعى مَجَرَّاتٍ. وقد نشأت هذه المجموعاتُ الهائلةُ كُتْلُمُ ضَخْمَةٍ من الغازِ مُباشرةً بعدَ نشأةِ الكَوْنِ. وعملتِ الجاذبيَّةُ لاحقاً على تَكثُّلِ الغازِ في نُجُومٍ مُنفصلةٍ. والمَجَرَّاتُ شائعةٌ جداً بحيثُ إنَّ الضوءَ من نجمٍ في جانبٍ من مَجَرَّةٍ يَسْتغرقُ مئاتَ آلافِ السَّنينَ لِيَبْلُغَ الجانِبَ الآخرَ منها. وتكتسِبُ المَجَرَّةُ شَكْلَها المُمَيِّزَ تبعاً لِنَسَقِ تَرابُجِ النُّجُومِ في داخلِها. فالشَّمْسُ تَقَعُ في مَجَرَّةٍ حلزونيَّةِ الشَّكْلِ تُدعى دُرْبُ الثَّيَّانَةِ. وقد ظلَّ الفلكيُّونَ حتَّى بداياتِ هذا القرنِ يَعتقدونَ أنَّ دُرْبُ الثَّيَّانَةِ هي المَجَرَّةُ الوحيدةُ في الكَوْنِ؛ لكننا نَعْلَمُ اليومَ أنَّها في الواقعِ إحدى ١٠٠٠٠٠ مليونِ مَجَرَّةٍ فيه.

المَجَرَّاتُ الأخرى

أثبتَ الفلكيُّ الأمريكيُّ إدوين هابل عام ١٩٢٤، ونُشِرةً مَجَرَّاتٍ أخرى حينَ بيَّن أنَّ النُّجُومَ في سُدُومِ المِراءِ المُتسَلِّطَةِ (دَعِمْ لَاحِظاً مَجَرَّةَ المِراءِ المُتسَلِّطَةِ) هي من النُّجُومِ ذاتِ الشَّكْلِ المِثَالِها إلى مَجَرَّةٍ دُرْبِ الثَّيَّانَةِ.



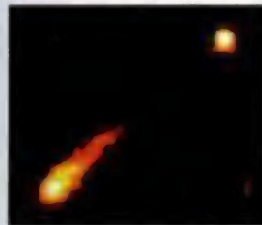
عوالمٌ بعيدة

منذُ بداياتِ القرنِ العشرين، وَجَدَ الفلكيُّونَ وَجَدُوا عدداً كبيراً من الرُّغَمِ الضَّبابيَّةِ الغامِضَةِ في السَّماءِ أسَويها سُدُوماً، وكانَ العِلْمِيُّ منها قد شَوَّهَ منذُ عَدَّةِ قُرُونٍ، واعتقدَ بعضهم أنَّها مُجَرَّدُ سُحُبٍ سُدُومِيَّةٍ من الغازِ في دُرْبِ الثَّيَّانَةِ، في حينَ ارتأى آخرونَ أنَّها قد تكونُ مَجَرَّاتٍ بعيدةٍ؛ وبالفعلِ هذا ما تبيَّنَ فيما بعدَ. وقد دَرَسَ الفلكيُّ الأمريكيُّ إدوين هابل، تلكَ المَجَرَّاتِ وَصَفَها حسبَ أشكالِها إلى أربعةِ أصنافٍ رئيسيَّةٍ - لولبيَّةٍ أو حلزونيَّةٍ (دُرْبِ الثَّيَّانَةِ)، ولولبيَّةٍ عُدُويَّةٍ، وإهليلجيَّةٍ، وغيرِ مُنْتَظِمةٍ.

مَجَرَّةٌ حلزونيَّةٌ ن ج ص
١٩٩٤



حشورة باليرايير
١٩٧٢
وقد لُوِجِطَ أنَّ قلبَها (نوى)
(إلى اليسار) ولَبَّيْها (تحت إلى اليمين)
تصدران قوَّتان لإنبعاثاتِ الأمواجِ الراديويَّةِ.



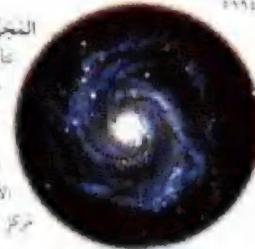
الكُوَازاراتُ (الكُوَازَر)

عام ١٩٦٣، اكتُشِفَت قُوَّةٌ جديدةٌ من الأجرامِ تُسمى الكُوَازارات. وهي أجسامٌ شديدةُ الحرارة، تسمى مُتعددةٌ عَنَّا بِسرعةٍ هائلةٍ، ولا يزالُ الكثيرُ من أسرارِها غامِضاً، والشَّعْطُ حاليّاً أنَّها تُؤبِتُ مَجَرَّاتٍ قَريبَةً جداً.

تبدأ المَجَرَّاتُ
تتشكُّبُ بِمِلاقَةِ
من الغازِ مُنْجَمٍ
الضَّبابيَّةِ مُتَشَكِّلةً
حلزونيَّةً وتُتَلَدُ المَدْرَةُ
تَشْطَبُها وَكَلْها أُرْدَمَتِ شَرَعاً
قَدُومِ أُرْدَمَتِ المُجَرَّاتِ

المَجَرَّاتُ الحلزونيَّةُ

تألَّفَتِ المَجَرَّاتُ الحلزونيَّةُ من نُجُومٍ قَريبَةٍ وَبَعِيدَةٍ، وهي قَريبَةُ الشَّكْلِ ذاتِ أذْوَاعٍ حلزونيَّةٍ. وفي المَجَرَّاتِ اللولبيَّةِ العُدُويَّةِ، تَتَمَرَّجُ الأذْوَاعُ من طَرَفِها مُشَوِّمةً مُرَكِّزَ المَجَرَّةِ.



جُزْءٌ من حُلُمِ مَجَرَّاتِ المُتَشَكِّلةِ اقْرَبَ
نُجُومٍ مُتَشَكِّلةٍ رَاسِمْ نِجْمَ عَدَدِنا المُعَلَّقِ.



الأنقاء المَجَرَّيَّةُ

تَتَمَرَّجُ المَجَرَّاتُ إلى الرِّاصِ معاً، فَتَشْطَبُ عَنَّا الكَوْنِ في حَشَوِّها (أو) مِجْمُوعاتٍ (قُورَةٍ). مَجَرَّةٌ دُرْبِ الثَّيَّانَةِ مِثَالاً تَقَعُ بَينَ حَشَوِّها قَريبَةٍ بِحَسَبِ حِوَالِ ٣٠ مَجَرَّةٍ تُدعى المِجْمُوعَةُ المِجْلَبِيَّةُ. وقد تألَّفَ أنقاءُ الأخرى من آلافِ المَجَرَّاتِ، أو قد تُحِثُّ جَماعَتانِ في أنقاءٍ مُعَلَّقَةٍ.

المَجَرَّاتُ الإهليلجيَّةُ

المَجَرَّاتُ الإهليلجيَّةُ مِجْمُوعاتٌ مُتَشَكِّلةٌ كَرويَّةُ الشَّكْلِ من نُجُومٍ حَرَمَةٍ (في أواخرِ أَصْوارِها)، وهي أَكْثَرُ أنواعِ المَجَرَّاتِ أَشْياراً في الكَوْنِ.

١٩٦٣ مَجَرَّةٌ إهليلجيَّةٌ مُتَشَكِّلةً
٥٠٠٠٠ سنة ضوئيَّة.



المَجَرَّاتُ غيرُ المُنتَظِمةِ

المَجَرَّاتُ غيرُ المُنتَظِمةِ هي التي لَمْ تُتَلَدْ كَاشْياراً مُتَشَكِّلةً، وهي نادرةٌ جداً في الكَوْنِ.

١٩٦٣ مَجَرَّةٌ
غيرُ مُنتَظِمةٍ.



صورة لذرب التبانة من
توقع في نيوزيلندا



ذُرب التبانة

ذُرب التبانة (أو الطريق اللبني) مجرة حلزونية تتخذ في وسطها النجوم فكتبتها أليافاً مركزياً تتشعب منه أفرع من النجوم، تتواجد منظومتنا الشمسية في ذراع منها، وهذا يعني أننا من نصف الكرة الجنوبي للأرض، تواجه مركز المجرة في حين يُقابلنا طرفها من نصف الكرة الشمالي. وذُرب التبانة، كسائر المجرات، مُستمرة الحركة ليس فقط كمجرة ساجية بكاملها في الفضاء، بل إن النجوم في داخلها أيضاً تدور باستمرار حول مركز المجرة.

يُكّ النجوم التي تراها في السماء ليست تنتمي إلى ذُرب التبانة، وإنما هي أشعة الطريق اللبني تتجهت بسواء ملايين النجوم في الفضاء.

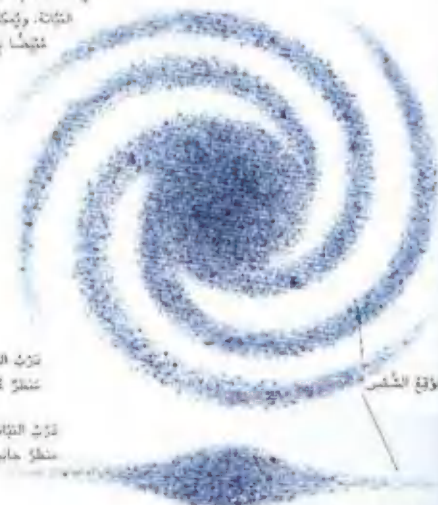
أسطورة ذُرب التبانة

سُت ذُرب التبانة أو الطريق اللبني كذلك لأنها تبدو في سماء الليل، كترشاش اللبن، هي أيام الأمازيغ، قبل أن يُعرف الناس الحقائق العلمية عن ذُرب التبانة، عزت الأساطير نشأتها إلى لبني اعدلي سيما كان هزقل الطفل يرتوي من لبني الإله هيرا.

لا يبقى النجوم في موقع واحد داخل المجرة، فهي من مدى خارج زمعية طويلة، تتفق داخل وخارج الأذرع الحلزونية.

يشعرق الشعاع الشمسي ٩٠٠.٠٠٠ سنة ليغادر من أحد جوانب المجرة إلى الجانب الآخر.

تستغرق
الشعاع حول
٢٢٠ مليون
سنة لتكمل
دورة واحدة
حول مركز
المجرة.

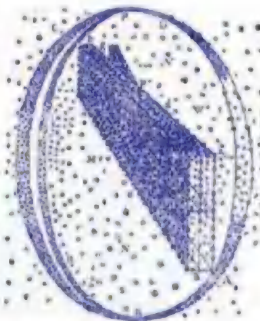


موقع الشمس

تقع الشمس في إحدى الأذرع الحلزونية لذُرب التبانة، على قرابة ثلثي المسافة من مركزها وهي شجرة نجم واحد من حوالي ٥٠٠.٠٠٠ مليون نجم تتركب المجرة. ونوع النجوم أيضاً ما بين الأذرع الحلزونية، لكن نجوم الأذرع الأقرب والأبعد تلتها هي التي تكثف المجرة شكلها المستدير.

تموج هزبل

في القرن الثامن عشر أجرى الفلكي البريطاني، وليام هزبل (١٧٣٨-١٨٢٢)، بحثاً للنجوم في ذُرب التبانة - حيث يُمكن بالعين المجردة رؤية قرابة ٢.٠٠٠ نجم، أما بواسطة التلسكوب فيمكن رؤية عدة ملايين من النجوم - وشا بقوى إمكانية الغد. وقد قام هزبل بإحصاء النجوم في مناطق مُعينة، ثم علم بعد ذلك أنها على النجوم بكاملها فحقق بذلك نموذجاً دقيقاً توقعاً لذُرب التبانة، وكان من أركان هزبل أيضاً أن بعض النجوم قد تكون منظومات نجمية خارج مجرتنا، وهذا ما تبين صحته بعد أكثر من قرن.



صورة بالأشعة دون الحمراء، لمجرة ليراة السلسلة هذه الأشعة تستغرق ٢,٢ مليون سنة ليصل إلى الأرض.

تموج وليام
هزبل لنجوم
ذُرب التبانة

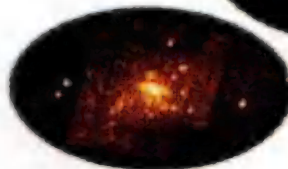


صورة البند المقطع من مجرة المرأة السلسلة (M٣٣)، التي هي ذُرب المذنبات الرئيسية إلى مجرتنا.

تجانب المجرات

التجانب على صورة أكثر وضوحاً وانسلا عن الكون بعد التكون إلى جميع أنماط أخرى من تجمعاتها إضافة إلى الصور، فالمناظر بالأشعة السينية (أشعة إكس) مثلاً، تكشف مناطق التفاعل البنية الشبيهة بالحرارة، وتظهر المناظر بأشعة جاما مناطق إطلاق الطاقة بالتفاعلات النووية. كما يمكن بالأطوال الموجية الأخرى تحليل مناطق تركيز غاز الهيدروجين بين النجوم، وكذلك مناطق الغبار البارد.

صورة بالأشعة السينية لمجرة المرأة السلسلة، تلك المجرة هو المنطقة المتألفة في المركز (الجزء) الذي يُطلق شعاع هذه الأشعة.



لأزيد من المعلومات انظر

النجوم من ٢٧٤ ، النجوم من ٢٧٨
دورة حياة النجوم من ٢٨١
التكوينات (الأبراج) من ٢٨٢
الشمس من ٢٨٤
أورانوس من ٢٩٢
التكوينات الفضاء من ٢٩٨

النُّجُوم

كُلُّ نجم من النُّجُوم التي تَراها في سَماءِ الليل هو في الحقيقة كُرَّةٌ هائلةٌ مُدَوِّمةٌ من الغازِ المُضَيءِ الشَّدِيدِ الحرارة. وتَتماسكُ غازاتُ النجمِ بِفِعْلِ الجاذبيَّةِ، كما إنَّ مصدرَ طَاقَةِ النُّجُومِ هو «استِيعارُ» تلكَ الغازاتِ في تَفاعُلٍ لا يُشَبَّهُ استِيعارُ الفِحمِ بل هو تَفاعُلٌ أشَدُّ فاعليَّةً وكِفايةً يُعرَفُ بالاندِماجِ التَّوَيِّ. إنَّ كِميَّةَ الغازِ التي يَتألَّفُ النجمُ منها مُهمَّةٌ جدًّا، إذ إنَّها تُحدِّدُ جاذبيَّته ودرجَةَ حراريته وضَغطه وكثافته وحجمه. وتتراجُدُ النُّجُومُ في مَجَرَّاتٍ تحوي الواحدة منها آلافَ ملايينِ النُّجُومِ من أصنافٍ مُختلفة. ولم يبدَأِ الفلكيُّونَ في تَقْهِمِ طَبيعةِ النُّجُومِ حقًّا إلا خِلالَ هذا القَرْنِ، وكانَ أَهْماً مُهمُّهم قَبْلًا مُنْصَبًّا على مَواقِعِها.

أطياف النُّجُوم

يُستخدَمُ الفلكيُّونَ مُعدَّاتٌ خاصَّةٌ لِجَمْعِ ضوءِ النُّجُومِ ثُمَّ تُمرَّرُ إلى مُرَبِّبٍ. ويُظهِرُ طيفُ النجمِ شُطوطًا مُظْلِمَةً، تُدعى لُحُوطُ الامْتِصاصِ. تُنتِجُ العناصرُ المُتواجِدةُ في ذلكَ النجمِ. ولقد صُنِّتِ الفلكيَّةُ الأمريكيَّةُ، التي حُصِبَ تَكونُ وأُخرون، أطيافُ آلافِ النُّجُومِ في أَساطِ مُختلِفَةٍ رَقِدُوا كُلٌّ نَظْمَ منها بِحَرفٍ البَانيَّةِ، ثُمَّ أُعيدَ ترتيبُها بِحسبِ درجَةِ الحرارةِ السَّطحيَّةِ لَها. والأَساطِ التَّربِيعيَّةُ من الأَشْجَرِ فالأَشْجَرِ هي «F» أو «D» أو «B» أو «A» أو «E» أو «G» أو «K» أو «M».

الفِجُوناتُ، أو حُطوطُ الامْتِصاصِ، في الطَّيفِ تُشِيرُ أَساطِ الضوءِ التي امتَصَّها النجمُ. وهذا يُحدِّدُ الوَاقِعَ العَناصرَ التي يَتألَّفُ منها النجمُ.

يُحدِّدُ النُّجُومُ القَويَّةُ على خُفِّيةٍ من النُّجُومِ الأبعدَ كَثيرًا. ونَظْمًا زادَ سَورُهُ كانَ، بالضرورة، القَربُ إلى الأرضِ.



إختلاف المنظر

حَسْبُ إصْبَعَتِ أَمَّاكُ، وانظُر إليها أوَّلًا بحِيك البَصرِ لَقَطْ، ثُمَّ بعِيك البَصرِ قَطْ، فليُحدِّدْ أنَّ إصْبَعَتِ انْزاحَتِ من مَوقِعِها بِالنَّسْبِ لِلخُفِّيةِ وَرَافِعًا، وبِوَدادَةِ هذا الإثْرَاقِ كَلِمًا، فانتِ الإصْبَعُ اقْرُبِ اليك. وهكذا يُحدِّدُ الإثْرَاقُ قِياسًا نوعيًّا لِلسَّافَةِ بَينَ الإصْبَعِ والعَينِ. هذه الظاهِرَةُ، المُعرَّوَّةُ بِأَخْلافِ المنظَرِ، يُمكنُ اسْتِخدَامُها على عَنايِ أَعْظَمَ كَثيرًا لِاحْتِسابِ أبعادِ النُّجُومِ القَريبَةِ. وَحيثُ إنَّ الأرضَ تَدورُ في مَدَارِها حَولَ الشَّمْسِ، فَيَسِدو النُّجُومُ وَكَلَّه بِخَرَدٍ يَبعُدُ على خُفِّيةٍ من النُّجُومِ الأبعدَ كَثيرًا. وبِقياسِ زاويَّةِ أنْخِلافِ المنظَرِ الحاصِلَةِ يُمكنُ تَقْدِيرُ المَسافَةِ بَينَ النجمِ والأرضِ.

تحتوي أجهزة دراسة الطيف، كالمرآة، مثلًا، فتوسعات لعدسة ضوء النجم إلى طيف يمكن تحليله.



داخل النُّجُوم

تُعمَلُ النُّجُومُ، كالشَّمْسِ، تَأتلفُ بِكامِلِها تقريبًا من غازينِ مُهما الهيدروجين والهيليوم، بِالإضافة إلى كِميَّاتٍ ضَئيلةٍ جدًّا من عَناصرٍ أُخَرى. ويُضَغطُ الغازانِ بِشِدَّةٍ هائلةٍ في قَلْبِ النُّجُومِ (مُركَزة) الذي يُصْبِحُ كَثيرًا جدًّا وَحارًّا جدًّا - بِحيثُ تَجرى فيهِ تَفاعُلاتُ الاندِماجِ التَّوَيِّ. وتُنتِجُ قَواثِرُ الهيدروجين نَتِجَ الهيليومِ، فيما تُنتِجُ طَاقَةً هائلةً بِقَدْرِ الكَثرةِ. وتُنتَظِرُ هذه الطَاقَةُ من القَلْبِ إلى سَطحِ النُّجُومِ حيثُ تَنتَظِرُ ضَوءًا وَحرارةً.

الطاقة المُنتَجة من القَلْبِ تَنتَظِرُ عَبرَ النجمِ بِالضَّخْخِ والإشعاعِ.



سِيبِلِيَا بِاين جايوشكين

في القَرْنِ التَّامِيعِ عَشرًا، شَهِدَ الفلكيُّونَ الإنكليزيُّونَ، وأَلمِهم مُجِيزًا، أنَّ النُّجُومَ تَأتلفُ من العَناصرِ نَفسِها التي تَأتلفُ منها الأرضُ. لكنَّ في العَشرِينِياتِ من القَرْنِ العَشرِينِ بَرَقَتِ الفلكيَّةُ البريطانيَّةُ، سِيبِلِيَا بِاين جايوشكين (١٩٠٠ - ١٩٧٩)، أنَّ النُّجُومَ تَأتلفُ في مُعْظِها من الهيدروجين. كما اكتُشِفَتِ أيضًا أنَّ تَركِيبَ مُعْظَمِ النُّجُومِ مُتماثلٌ. وكانت هذه اكتِشافاتٌ عَظيمةٌ جَعَلَتِها رائدةً في مَجالِ القَريبِاءِ الفلكيَّةِ النَحيَّةِ (علمِ) وَدراسَةِ المَعمِلاتِ الطَبيعيَّةِ والكِيميائيَّةِ في النُّجُومِ.



نجوم المتواليّة الرئيسيّة

النجوم في أعلى المتواليّة الرئيسيّة كتلة الواحد منها أكثر من كتلة الشمس ٦٠ مرة، أما تلك التي في أسفلها فكتلة النجم منها ٨٠ من كتلة الشمس فقط.

هذا النجم الأبيض القزوي هو من النمط «B»، حيث تبلغ درجة الحرارة حوالي ٢٠٠٠٠°س.

النجوم البيضاء هي من النمط «A» حيث تبلغ درجة الحرارة حوالي ٦٠٠٠°س.



نقطة حلبة المجوهرات

يبدو معظم النجوم كقطر نرّ فقط في سماء الأرض، لكن يمكننا رؤية اللون الحقيقي لبعض النجوم. هذه المجموعة الشائعة المتعددة الألوان تسمى نقطة حلبة المجوهرات.

هذا النجم الأصفر يشبه شمسنا - وهو نجم من النمط «G»، وتبلغ درجة حرارته حوالي ٦٠٠٠°س.

هذا النجم البرتقالي من النمط «K»، وتبلغ درجة حرارته ٤٠٠٠°س.

هذا النجم الأبيض النشط هو من النمط «O»، حيث تبلغ درجة الحرارة حوالي ٢٠٠٠٠°س.



نجم ساطع
بمقدار التسويج
المطلق

نجم خافت



نجوم زرقاء حارة درجة حرارة السطح لنجوم خضراء باردة النمط «B» يسمى سطح هيرتسبينج - راسل، يشبه إلى النكته: إدموند هيرتسبينج والامريكي، وهنري نورس راسل الأمريكي، الذين وضعوا عام ١٩١٣.

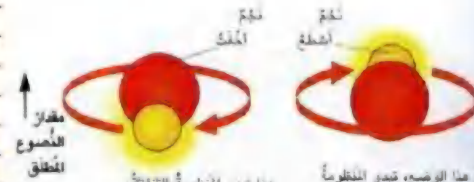
المتواليّة الرئيسيّة أبيض، بي، إي، إف، جي، كي، إم (فيما سمي لاحقاً تصنيف هارزارد) ذات علاقة بوزن النجم ودرجة حرارته، فالنجوم ذات النمط أو زرقاء حارة، والنجوم ذات النمط إم خافت وأخضر حارة.

نجوم المتواليّة الرئيسيّة

لأن النجوم تعطي فكرة عن درجة حرارته السطحية، فالنجوم الزرقاء حارة والنجوم الحمراء باردة. وإذا ما رسم خط يمتد لدرجات الحرارة في مقابل التسويج المطلق للنجم، فإن معظم النجوم تقع داخل نطاق ضيق يسمى المتواليّة الرئيسيّة - أي أنه كلما ازدادت حرارة النجم ازداد تسويجه. إن جميع النجوم في المتواليّة الرئيسيّة هي في فترة مستقرة من حياتها - أي إن إشعاعها لمقدّر مستقر لأن تفاعلات أنوية الهيدروجين في قلبها مستمرة، لكن عندما تستنفذ الوقود الهيدروجيني فإن النجم يُعادّر المتواليّة الرئيسيّة. ويلاحظ أنّ النجوم الأعظم كتلة تُعادّر المتواليّة بسرعه أزيد من الأقل كتلة.



الزمن
هذا المخطط يُظهر تغير تسويج نجم قيفاوي مع الزمن.



هذا يبدو المنظومة الثنائية، من الأرض، ساطعة لأن النجم الأسفل يقع أمام النجم الأعلى.

في هذا الوضع، يبدو المنظومة الثنائية، من الأرض، خافتة لأن النجم الأعلى يحجب النجم الأسفل.

النجوم المتغيرة

بعض النجوم بتغير تسويجها. وهذه النجوم مختلفة الأصناف. بعضها، مثلاً، المستقرة نجوم القنطرة «إكزا» بتغير تسويجها في أقل من يوم. بينما آخر من النجوم القيفاوية تستغرق ما بين اليوم والعدة يوم لتتغير. وهناك نجوم أخرى، تدعى متغيرات ميرا، قد تستغرق حتى التسنين لتكتمل دورة تغيرها. وتجدر بالذكر أنّ تغير تسويج النجوم القيفاوية عائد إلى تغير في طبيعتها - حجمها ودرجة حرارتها. فهي تتمدّد وضوءاً أكثر في حال تمددها، وانغست في حال تقلصها. والنجوم لا تسلك هكذا دائماً - إنما هو النمط الطبيعي لنجم عادي يمر بمرحلة الانكماش في أواخر حياته.

الثنائيات الكسوفية

يُسمى قرابة نصف النجوم في الكون إلى نظام الثنائيات حيث يدور نجم المنظومة الثنائية واسمها حول الآخر. وقد يكون الجانبان متقاربين بحيث يكادان يماسان، أو متباعدين تفصلهما ملايين الكيلومترات. ويمكننا كشف المنظومات الثنائية بطرق مختلفة. فإذا ننقذ من رؤية المنظومة الثنائية جانبياً من الأرض، لنلاحظ بوضوح تدرجات التسويج كلما مرّ أحد النجمين فوق الآخر أمام حاجب لونه ليل أو خريف. هذه الثنائيات تسمى الثنائيات الكسوفية.

تزيد من المعلومات النظر
الطاقة الشمسية من ١٣٦
تصادم الضوء من ١٩٣
الانكسار من ١٩٦
المتغيرات من ٢٧٦
دورة حياة النجوم من ٢٨٠
الشمس من ٢٨٤
حقائق وتعليلات من ٢١٨

دورة حياة النجوم

لا شيء في الكون يبقى إلى الأبد على حاله، ولا تستثنى من ذلك النجوم. لكن لا يمكننا رؤية نجم يتغير، لأنه يعمّر بلايين وبلايين السنين. إن منشأ النجوم كلها هو سحب الغاز والغبار التي كانت قد تكوّنت ببطء من الذرات المتناثرة بضالة في الفضاء. وهي تولّد جماعات، يتفرّق معظمها، ويبقى بعضها الآخر متصافاً بفعل الجاذبية. ويعتمد تالي حياة النجم على عظم كتلته، فكلما ازدادت كتلته ازدادت سرعة استهلاكه لوقوده الهيدروجيني، وغدّت حياته أقصر وأضعف. بعض النجوم تبلغ من عظم الكتلة بحيث شرعاً ما تتفجّر؛ لكن غالبيتها، كما شمسنا، تنعم بفترة استقرار من حياتها تسطع فيها بأطوار مستقرة.

مراحل في حياة النجم

بدأت الشمس حياتها ضمن مجموعة من النجوم، لكنها الآن نجم مستقل بذاته. وتُشكل الصورة الشرفية مراحل حياة الشمس منذ نشأت كنجم يداني من شمس غازية إلى حاضرها اليوم كنجم ساطع مستقر ثم استمراراً إلى احتضارها مستقبلاً كقزم أبيض. إن النجوم الأعظم كتلة من الشمس والأشد حمواً تستنفذ وقودها بسرعة أكثر كثيراً. لذا فهي لا تضيء من أجلها إلا جزءاً ضئيلاً يسيراً كنجم ساطع مستقر.

نجم يداني
نجم من شمس
نجوم كوكبية
الغبار والغاز

تولّد النجوم الجديدة من سحب الغاز والغبار مستقر عن الدوام

تتقلّص أجزاء من السديم بفعل الجاذبية ويصبح كل جزء أشد كثافة في مركزه. حيث تُقبل الحرارة ليكوّن نجماً بدايلاً.

عندما تبلغ حرارة النجم الداني خطاً كثافة تبدأ فيه تفاعلات الاندماج النووي، وتنبعث الطاقة. ويبدأ النجم تسطع نجوم التوربنت المتفرقة فيما تتناثر بقية السديم.

نفس الجاذبية
ذرات الهيدروجين في
الشمس نحو المركز حيث
تتصادم وتتداخل لتكوّن الهليوم -
تنبعث طاقة عظيمة، فيما يباقي ضغط
المركز النجم فتنداد. وهذه هي الفترة المستقرة من حياة
النجم حين يتساوى بين نجوم التوافقية الرئيسية.

يضيء نجم كالثقلن شدة ٦٠ بلايين سنة كنجم
من نجوم التوافقية الرئيسية. وتعد الشمس الآن
في منتصف حياتها في هذه التوافقية.

أثناء النجوم

تتحسّن داخل نجمة قريب الشبه أفعالاً كيميائية - علمنا أنّ نجم كل قطر يتنقل من شحابة واحدة - أي إنّ مجموعها واحد وتركيبها الأولي تماثلي. هناك نوعان من الأفعال: الشعيرة والكروية. يندمج الغاز السديم يندمج من النجوم العشوائية الترتيب، وتتواجد هذه الأفعال في الأجواء الخارجية (الفرص المستطع) من شحابة. أما الأفعال الكروية فيجري الفتح منها مئات الآلاف من النجوم البالغة القدم في سني كروية، ونوجد هذه الأفعال في الكروية الصغيرة حول مركز شحابة.

- أفعال (شعيرة) منتشرة من النجوم العائنة
- أفعال من النجوم النشطة القشر
- أفعال كروية من النجوم الضخمة

نجوم كوكبية

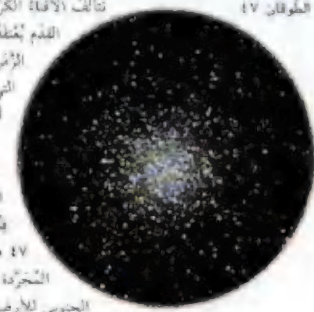
فتو كروية

تتألف الأفعال الكروية من نجوم بالغة القدم يُسقط لها نشأت في الزمن نفسه كالتجمّعات التي تتكونها. لذا يُمكن أن تؤثر هذه الأفعال الكروية معلومات عن مراحل الحياة الأولى للذرة الشابة فتو نجوم الطوفان ٢٧ هذا، يرى بالعين المتحرّكة من نصف الكرة الجنوبي للأرض.

فتو نجوم الطوفان ٢٧

فتو شعيرة

الشمس فتو شعيرة من النجوم الضخمة (والتي في مصطلحات النجوم تعني أنّ عمرها حوالي ٦٠ مليون سنة) تنتشر على مدى ٣٠ سنة ضوئية في الفضاء. يتلو فتو الشراة الفتح المتحرّكة تكلمو صوتي ضبابية للزور من بينها سعة نجوم تيرة أتا بواسطة بفراف قويّ يشكّل شاهدة أجرام أكثر بكثير من تحويّة الضبابية إلى الزرقاء، إضافة إلى سحب الغاز والغبار التي لدغلت فيها تلك النجوم.



النجوم النيوترونية

عندما ينضغط نجم، كتلته بين ١.٤ و ٣ مرات كتلة الشمس، يُخَلَق وراء قلبه يدعى نجماً نيوترونياً. ويبلغ غلاف النقيض حلاً يحمل الإلكترونات اللزجة تندمج مع بروتوناتها لتُكوّن نيوترونات، وتُراص مادة الجسم كلها في كرة كثافتها تتوفي التصور، يبلغ قطرها حوالي ١٠ كم، تنبعث طاقة عظيمة والليزر هو نجم نيوتروني يدوم بسرعة متعاً لخصائصه صلبة نحو الأرض (كالشاردة). وكان الفلكي البريطاني، جونكين برنل وأغوني هيرش أول من اكتشف الليسارات عام ١٩٦٧.



في العام ١٩٥٥، سجل السيلبيون ظهور نجم، مما يدعى اليوم كنجمة أعظم، كان من شدة السطوح بحيث يرى في ضوء النهار. ونشاهد نفايا تعبر هذا النجم حالياً في سديم السرطان، وقد غدا قلبه ليمساراً يدوم ٣٠ مرة في الثانية.

نجم
قيداي

نجم صلاق
احمر

نجم قزم
ابيض

تتأثر في
الهليوم المكثفي
عوامل الاندماج
النووي فتكون
الكربون، ويدعى
النجم حينئذ
نجماً قزمياً،
وهو يتقلص
ويتكثف
بأسيراري هائلة
الطبقات الخارجية
من المادة فيه.

يزداد سطوع النجم
مفتح ملايين المرات على
مدى الساعات والشهور، فيبدو
شائلاً في السماء كنجمة شديدة اعظم.

جاذبية القلب الاسود الهائلة تشحب

إلى داخله مواد من نجم
شعاري. وهذا يميل
اكتشاف القلب شائلاً.
غالوا المؤممة انه
تحوّلوا القلب لمسيح
حارّة جداً، ولتبعث
اشعة سينية يسكن كشمها.

استنفذ الهيدروجين، لكن حرارة المركز
الآن هي من الشدة بحيث يتشدد
النجم - بينما يزد سطوعه فتشعّلا إلى
نجم احمر يدعى عملاقاً احمر.

الثقب السوداء

تعري النجم الذي تزيد كتلته على ثلاثة
أضعاف كتلة الشمس أحداثاً غريبة.
ففي نهاية حياته، ينضغط النجم
سُراشاً أكثر فأكثر وتترايد
كثافته أكثر فأكثر حتى لا
يستطيع الإفلات من جاذبيته
شيء حتى الضوء. وهكذا يصيح
تقياً أسوداً ذا مقعدية (تفعل لامتصاصية
الكثافة) في مركزه.

يتحني الضوء بظلم كبير حول القلب
الاسود - فلا يستطيع الإفلات.

يشو القلب كانه في موقع
مختلف عن موقعه الحقيقي لأن
ضوءه انحني بمئات النسي.

موقع النجم
الظاهري

موقع النجم
الحقيقي

نظرية النسبية العامة

في العام ١٩١٥، نشر ألبرت أينشتاين نظريته الثيرة
حينئذ والثيرة حالياً باسم نظرية النسبية العامة.
وهي تقدم تفهوماً مختلفاً تماماً حول الجاذبية
باعتبارها خاصية فضايلة لا قوة لجاذب بين
الأجسام. فالأجسام المادية تتوس الفضاء كما
تتوس بقل شبكة الزمان، وهكذا «تسقط»
الأجسام نحو أجسام أخرى، حتى الضوء «تسقط»
في الفراغ المقوس حول جسم ما فتتخني مساره.
وقد وضعت هذه النظرية الغربية على المخذ أثناء
كشوف للشمس عام ١٩١٩ حين رُصد عدس انجاء
أشعة الضوء من نجم بعيد بفعل جاذبية الشمس -
لقد كان أينشتاين على حق!

الأجسام المادية تتوس الفضاء حسب نظرية
النسبية العامة. ولو كان الجسم المادي الكروي
عائل للكثافة (بفراش كمية كبيرة من المادة في
غير صغر)، فقد يتسقط الفضاء إلى حادية
سميقة - كقلب اسود كبير.

لزيد من المعلومات انظر

- البيّة الثرة ص ٢٤
- الجاذبية ص ١٢٢
- المقادة الثرة ص ١٣٦
- أصل الثرة ص ٢٧٥
- النجوم ص ٢٧٦
- النجوم ص ٢٧٨
- الشمس ص ٢٨٤

الكوكبات (الأبراج)

النقاط الضوئية المتألئة في سماء الليل تبدو جميعها متماثلة للوهلة الأولى. منذ آلاف السنين، قسّم الفلكيون القدامى النجوم إلى مجموعات تتلوهها في صور خيالية، تَصَوّر الغرّب والدب والاسد، بحيث يسهل استذكارها - وهكذا وُلِدَ نظام الكوكبات المعروف. الواقع أنه لا علاقة بين نجوم الكوكبة الواحدة، فهي تبدو في أشكالها ومجموعاتها تلك فقط عندما ننظر إليها من الأرض. والنجوم كلها بعيدة جدًا بحيث تبدو في مدى البعد نفسه، وهي تتحرك معًا كأنها مُلصقة داخل طاس هائل - هو الكرة السماوية.



الجبار

الجبار كوكبة تسهل مشاهدتها في صورة شعاع نهدت كتفه ورُكبت أربعة نجوم ساطعة، وتُسمّى حوائه ثلاثة آخر، دونها نجم آخر (سديم الجبار) يُعَدُّ سبه.

تصنيف النجوم

يستخدم الفلكيون منظومة، مُتفقًا عليها دوليًا، تُسمّى ٨٨ كوكبة - تُعرف اثنتا عشرة منها بـ "البروج"، وهذه تُشكّل الشارة الخلفية لحركات الكواكب السيارة والقمر والنس. وتُسمّى النجوم الشخشة داخل إحدى الكوكبات بحرف من الأبجدية اليونانية فيُرقم النجم الأكثر سطوعًا ألفا، والتالي بيتا، وهكذا دواليك.

القمر - قياس التسوع

يستخدم الفلكيون أرقامًا في تغيير تسوع النجوم. فقياس القمر الفاهري لا يقيس تسوع النجم على سطحه، بل كيف يبدو ذلك التسوع من الأرض. وكلما ازداد الرقم التغطى للنجم ازداد خفته. والنجوم ذات قدر التسوع من ١ إلى ٦ يمكن رؤيتها بالعين المجردة.



خريطة لجمعة خفيفة.



سارات النجوم

تبدو النجوم، من الأرض، وكأنها تدرج حول نقطتين زخمتين في السماء - هما القطبان السماويان الشمالي والجنوبي. الصورة أعلاه تظهر سارات النجوم في سماء الليل من آثاره الضوئية.

الأرض داخل الكرة السماوية.



تبدو الشمس من الأرض في مسار ظاهري سنوي على خلفية من النجوم، ويظهر على كوكبات النجوم في هذه الخلفيات دائرة البروج.

تُستخدم أسماء النجوم وأوصافها في الملاحة. فغنى القطب تُعدّ المظهر الشمالي للأرض كما في التقويم (لنظر الأرض تُشاهد أبراج شخشة من النجوم خلال السنة، أثناء دوران الأرض حول الشمس).

بعض الخرائط النجمية القديمة كانت تُشكّل كائن منها يسمّى.

الخرائط النجمية

الخرائط النجمية القديمة حذت السماء الشمالية بالحيوانات والأشكال الأسطورية. ومع ازدياد حركة الملاحة جرت محاولات بإنشاء تخطيط التزيين من السماء. ويظهر التلسكوبات ونظارات الرصد تحدثت مواقع النجوم بدقة متزايدة. وللاض، أوكاد، إنتاج الخرائط التي تُرصد الأبراج قس. وبما لاحقًا إعداد الخرائط الفلكية فترتخراف بواسطة الحواسيب. واليوم تحفظ السوات مواقع النجوم بدقة وسرعة فائقتين.



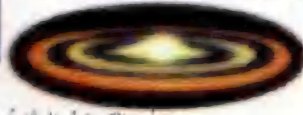
لمزيد من المعلومات أنظر

- الكواكب ص ٢٧١
- النجوم ص ٢٧٨
- دورة حياة النجوم ص ٢٨٠
- علم الفلك ص ٢٩٦
- التلسكوبات الأرضية ص ٢٩٧
- حقائق ومعلومات ص ٢٩٨

النظام الشمسي

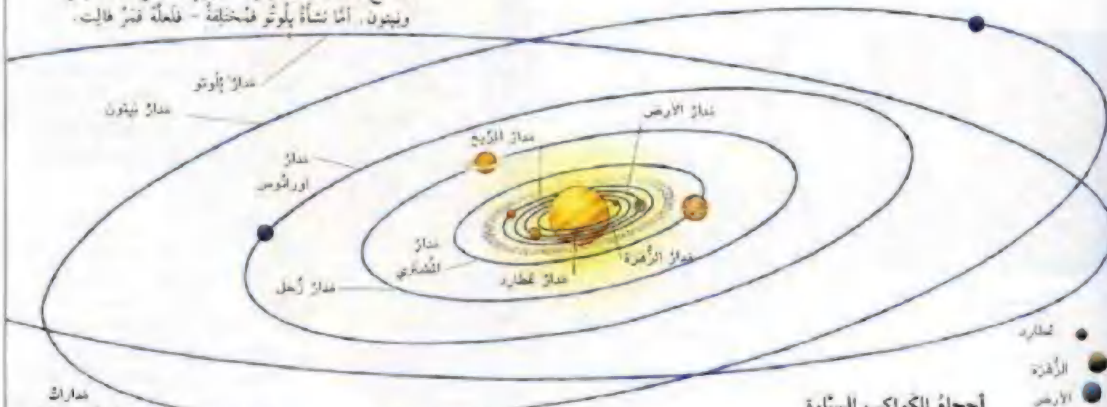


اكتشف الفلكيون طبقاً من الغاز والغبار حول بعض النجوم الفتية، هذا يعني إمكانية وجود أنظمة فلكية كوكبية أخرى.



نشأة النظام الشمسي

نشأت الكواكب السيارة والأجرام الأخرى في السحابة من الغاز والغبار، منذ ٤٦٠٠ مليون سنة، من بقايا المادة المتخلفة من تكوين الشمس. فقد كانت الشمس سحابة يتركب من الغاز (مزيج من الهيدروجين والهيليوم) والغبار (حديد وصخور وتلغ)، تدعى السديم الشمسي، تحولت لاحقاً إلى قرص مسطح. دوّار. ثم تلامس الغاز بعضه ببعض فتكونت أربع كتل - هي عطارد والزهرة والأرض والمريخ. وفي نطاق خارجي أبعد، اتحد الغبار والتلغ بالغازات لتكوين المشتري وزحل وأورانوس ونبتون. أما نشأة بلوتو فتختلف - فحالة غير ثابتة.



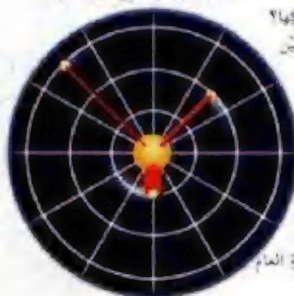
مدارات جميع الكواكب في المستوى نفسه. فعدا مداري عطارد وبلوتو.

المتغيرات

النظام الشمسي فوضي الشكل مركزه الشمس، والكواكب السيارة تدور حولها في مدارات (أو أفلان) معينة في اتجاه واحد لكن بسرعات مختلفة. وهي تستغرق أوقاتاً مختلفة لتكمل دوراتها حول الشمس.

تزيد من المعلومات
الحادية من ١٢٢
الشمس من ٢٨٤
عطارد والزهرة من ٢٨٦
الأرض من ٢٨٧
المريخ من ٢٨٩
المشتري من ٢٩٠
زحل من ٢٩١ - أورانوس من ٢٩٢
نبتون وبلوتو من ٢٩٣
حقائق ومعلومات من ٤١٨

الجاذبية تبقي الكواكب السيارة في اهتلاكها حول الشمس، والاقمار في مداراتها حول الكواكب السيارة. ويظل تأثير الجاذبية باردياً المسافة فكلما ازداد بعد الكوكب السيار عن الشمس تقل الجاذبية وتصبح حركته أبطأ.



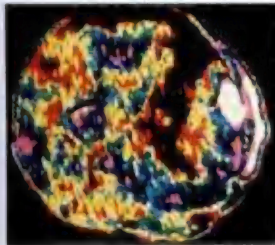
أحجام الكواكب السيارة
يبلغ الفلكيون بحثة الجرم (أي كمية المادة فيه) أكثر من أعضائهم بقطره (أو حجمه). أكثر الكواكب السيارة كتلة وحجماً هو المشتري.

الجاذبية في النظام الشمسي

ما الذي يبقي كواكب النظام الشمسي في اهتلاكها؟ إنها الجاذبية - وهي قوة تجاذب بين كتلي جسمين تتناسب طردياً مع مداري كتلتهما وعكسياً مع مربع المسافة بينهما حسبما يحل قانون الجاذبية العام لنيوتن. والجاذبية تبقي مادة الجرم متماسكة، وإذا كانت قوية بما فيه الكفاية، فإنها تجذب غازات نحر الكواكب السيار أو القمر فتكون جواً حوله. في القرن السابع عشر، تقطع العالم الإنكليزي، إسحق نيوتن، حركة القمر والكواكب السيارة، ووضح قانون الجاذبية العام الذي هو أحد القوانين الأساسية في التكون.



هذه الصورة للشمس، بالانبعاض فوق
البنقجة، تظهر تقعا في الاتساع.



اليوم ما عادت الشمس تَصُورُ فقط بالهواء العرن، بل
أصبحت تَصُورُها تسعُنُ أُنثى بمختلف الألبسة الأخرى
التي تشعلها. فنادى الفلكيين نَعْدَاتُ حَاجَةِ اسْتَعِظِ
أَلْبَاسَ السَّوِي بِالْأَحْوالِ التَّوَحِيَّةِ
الأخرى، كَفَرَقِ التَّسْجِيَةِ وَتَحَتِ
الْحِمْاءِ، ثَبَّتَ تَقَابُلَ مُهْمَةٍ لَا اسْتَعِظِ
أَلْبَاسَ الْغَادِيَةِ لَهَا هَا.

العينة أو بحراب
(نلسون)

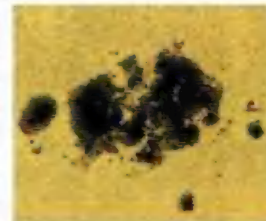
يُستَخدمُ الفلكيون مُعدَّاتٍ خاصَّةً، موزَّعةً على الأرض أو
في سويحة في الفضاء للدراسة الشمس. فيجمع ضوء الشمس
ثمَّ يُنقلُّ بواسطة العدسات إلى طيف شمسي (شعاع الأضواء
الوحيَّة الضوئيَّة المُختلفة التي يصعها الشمس).
وعندئذٍ يُفكَّرُ أنَّ مُعدَّاتٍ معلومات الفلكيين عن
الشمس تحسِّسوا عليها من
دراسة أطيافها.

أخذ المَشْكُورَاتِ الشَّمْسِيَّةِ فِي الْمَرْصِدِ
الرَّاسِي فِي كَيْتِ بِيك، بِالْوَالِيَّاتِ الْمُتَّحِدَةِ.

تألف الشمس من طبقات غارية مختلفة،
تطلع الشمس التي المرى يدهى
الشمس وتغير ويد مرئنا بفافع
الغارات المظلمة فيه وتحت
الشمس تدهى طبقة لا ترى من
الغاز تدهى الغلاف اللوني
والكروموسفير، ويدهى
الطبقة فوق الغلاف
اللوني، الأليل، وتدهى
كهاة متضائلة نحو الفضاء.

تَدْرُجُ الشَّمْسُ حَوْلَ بِحُورِهَا
عَنِ الشَّرْقِ إِلَى الْغَرْبِ وَيَسْبِغُ
طَبِيعَتُهَا الْفَارِجَةُ تَشْتَبِهُ غُرَّةَ
الدُّرِّانِ عَنْ ٢٥ يَوْمًا فِي الرَّبِطِ
(عَمْدُ حُلَّةِ أَسْثَوَاثَا) إِلَى ٣٠ يَوْمًا فِي
عُطْبِيَةِ (فِي أَعْلَاهَا وَاسْغَلْهَا). وَقَدْ اكْتَشَفَ
لِذَلِكَ وَرِثَتُهُ نَحْوُ ثَلَاثِ أَلْفِ الشَّمْسِ.

حاشا! تظهر القووس، بالمعنية الدينية،
متخورة يقع فقلوبها نرف بالكلب الشمس،
وهي تلبو فقلوبها لأنها أبرء منا حولها. إن
حشوت هذه النعم عائد للفتاحات المغلقة
لاني نكفر من الجارة إليها من كثر
النفس والنع الشمس ذات مركب فظلم أسنى
ظل يمتد به جنة أفتح لونا يسنى شبه الغل
وهذه النعم تحدث عادة أرواحا أو موجدات.



الجموعاً من القيم السالبة



السنة الأولى السنة الرابعة السنة السابعة السنة العاشرة السنة الثانية عشرة

تتخلو نورد الكتلج الشمسية ١٦ سنة. في بدايتها يكون سطح الشمس خالياً من الكتلج. ثم يظهر معها في آخر السطح وفي اسفله؛ ثم تنحني الكتلج وتتصلب تفلج جديدةً تقرب هاتقرب من حاد استواء (نحو وسط الأرض).

أرثر إدينجتون



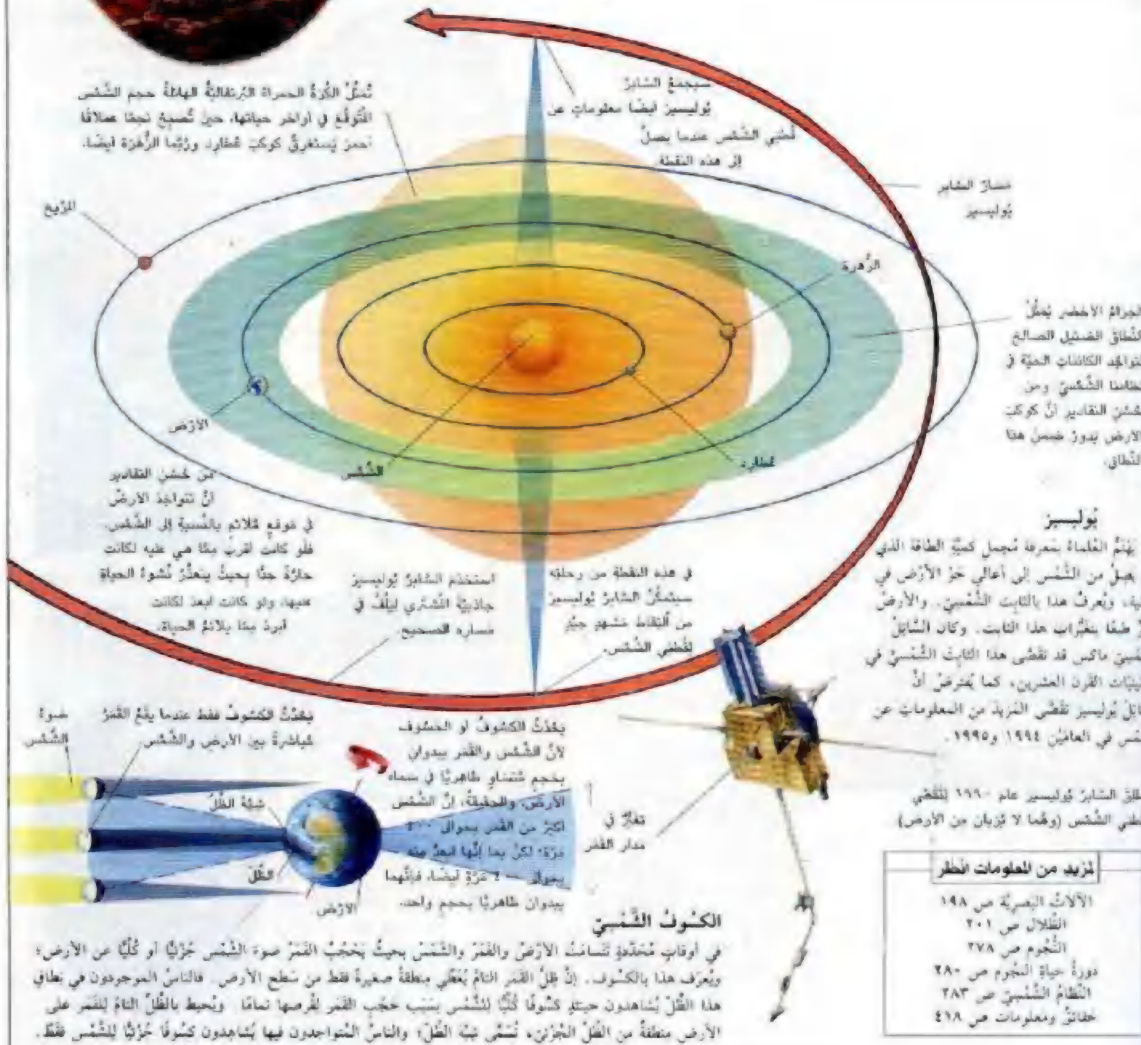
كان الفلكي الإنكليزي، آرثر إدينجتون (١٨٨٢-١٩٤٤) أول من أسهم في كشف حقايا التركيب الداخلي للنجوم. وقد اكتشف أن فيزياء النجم (كمية الضوء التي ينتجها) تعتمد على بنظم كثافته. كذلك كان إدينجتون أول من وجد إثباتاً عملياً للنظرية النسبية لأينشتاين بتسجيله انحناء أشعة الضوء من نجم بعيد جداً أثناء كسوف كوكب المشتري للشمس عام ١٩١٩.

سيرة حياة الشمس

بالنظرة لحالات النجمية، نشأنا الآن في منتصف عمرها، ونستحق في يوم من الأيام. لكن لا يساورك القلق، فإمام الشمس ٥٠٠٠ مليون سنة أخرى، ستبقى شمس فيها قبل أن تستنفد وقودها من الهيدروجين. ومن ثم ستبدأ باستهلاك مخزونها من الهيليوم متحوّلة إلى نجم عملاق أحمر يشع ١٠٠٠ مرة أضع من إشعاعها، ويزداد حجمه ١٠٠ مرة أكثر من حجمها. الآن، ثم ستفلس هذا إلى نجم قزم أبيض بحجم الأرض. وبعد مئتي ألف ملايين السنين سيبرد هذا النجم وتنتهي حياته كجسم أسود بارد يدعى قزماً أسود.



تُشكل الكرة الحمراء البرتقالية حجم الشمس المتوقّع في أواخر حياتها، حين تصبح نجماً عملاقاً أحمر يستغرق كوكب عطارد وزيما الزهرة أيضاً.



عُطَارِدِ وَالزُّهْرَةِ



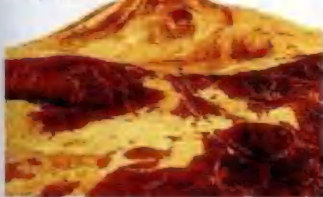
بنية الزهرة

مر كوكب الزهرة، كالارض، في فترة انصهار غاطست خلالها النواة الكثيفة نحو مركزه تاركة بقرة احث فوقها. يتألف مركز الزهرة من قلب متشعب من الحديد والنيكل تحيط به غلاظة صخرية يدعمها القشرة الصخرية.

تألف الزهرة سحبت كثيفة تحفي سعالن سطحه. وتقدر الضبابات العليا من هذه الغيوم حول الكوكب مرة كل أربعة ايام - وذلك أسرع بكثير من فوداته مرة حول بخوره التي تستغرق ٢٤٣ يوما. والذي يشاهده من هذا الكوكب ما هو إلا انعكاس نور الشمس على غيومه الكثيفة.

صورة سطحية

اشكلت الزهرة أكثر من ٢٠ مرة فضائية، أظهرت أن سطح الكوكب صحراوي حار، به بقاع قليلة من الاراضي الخفيفة والمتنوعات.



صورة لسطح الزهرة التقطها المسابر الفضائي ماجلان.

لزيد من المعلومات انظر

- النظام الشمسي ص ٢٨٣
- الشمس ص ٢٨٤
- الأرض ص ٢٨٩
- القمر ص ٢٨٨
- السواير الفضائية ص ٣٠١
- سكائن ومعلومات ص ٤٦٨

أقرب الكواكب إلى الشمس هما كوكبا عطارد والزهرة، وقد عرفا وزيدا منذ القدم. وعطارد هو الأستر مشاهدة بين الكواكب لأن الناظر إليه يجهز عادة بوهج الشمس. بالمقارنة، فإن الزهرة تسهل رؤيته. إذ هو ألمع جرم في الفضاء بعد الشمس والقمر. وكوكب الزهرة، كالقمر، تتغير أوجهه دوريا - من جلال تحيل إلى قرصي تام، وكان غاليليو غاليلي أول من لاحظ تلك الأوجه عام ١٦١٠.

لكن معلوماتنا الحالية عن طبيعة عطارد القاحلة العديمة الحياة، وعن عالم الزهرة الموجش، خلف مظهره الراق، لم تتوضح للفلكيين إلا بعد تقصيهما حديثا بالسواير الفضائية ومعدات المتطورة.

الزهرة



منظر طبيعي للزهرة

من يتجسس بالهبوط على سطح الزهرة عليه أن يخترق جوها أولا - وهذا الحر يتألف من غيوم كثيفة يضاء تغطى من غاز حامض الكبريتيك. وتبلغ درجة الحرارة على سطح الزهرة ٤٨٠°س لأن جوه الكوكب يحبس حرارة الشمس كما الدفنيات. كما يبلغ الضغط الجوي عليه ١٠٠ مرة أكثر من ضغط جو الأرض! وهذا يستحق أي بشر في لويا.



عطارد
الزهرة
القمر
الشمس
النظام الشمسي
الفضاء



بنية عطارد

المسابر الفضائية الصعبة لكوكب عطارد وكثافتها العالية يشيران إلى وجود قلب حالي من الحديد في مركزه. وفوق هذا القلب طبقة من الصخور المنصهرة المتصاعدة، هي القشرة، تغطيها قشرة صخرية جامدة.

عطارد

تتقدم معلوماتنا عن سطح عطارد، جمعتها المركبة الفضائية ماريير ١٠، لكن ماريير ١٠ لم تصور إلا جزءا من الكوكب فقط لأنها كانت تمر دائما بالجانب نفسه من الكوكب. لهذا السبب، فلا يزال الكثير من هذا الكوكب بانتظام الاستكشاف.

نواها عطارد

كوكب عطارد صغير، تغطى به بقع سطحه نواها تكاوت مباشرة بعد نشأة النظام الشمسي. وسطح عطارد متجعد بالخراف (الصخور الصغيرة الاحدثار) الناتجة عن تقاصص الكوكب الفتي أثناء فترة تبرده. كما الناحية الداوية.



تكون النواها

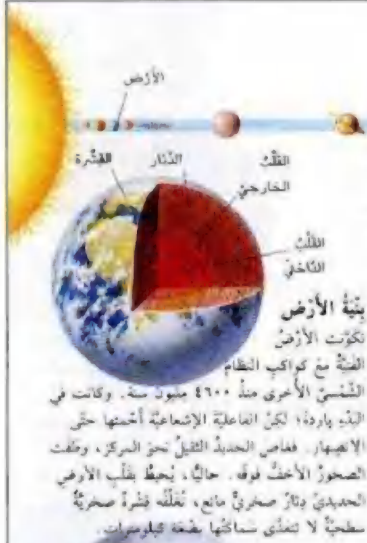
تكونت النواها الكثيرة على سطح عطارد جراء زلزال الصخور الساقطة تاركة خفاراتها حول حفر ونجاويف شبيهة بالشكل.

منظر طبيعي لعطارد

الجانبية السطحية في عطارد أقل من نصف حادبة الأرض - مما أصعب إسكاته الكوكب على جذب غازاته بوه - فبعضه عادم الجو، تقريبا، يسوده الشفق لأن الضووت لا تنقل في الفراغ. ويشتغل عطارد أقصى قوتي في درجة الحرارة لهازا وليلا بين الكواكب نظرا لابعادها عن الحرارة عه وإليه - إذ تبلغ درجة الحرارة لهازا ٤٨٠°س وليلا ٣٠٠°س.



الأرض



من الطبيعي أن تكون الأرض هي الكوكب الذي استحوذ على اهتمام العلماء واستقصاءاتهم أكثر من سواه في النظام الشمسي، وأن يكون ما نعرفه عنه، بالتالي، أشمل وأدق. الأرض، كغيرها من الكواكب، فريدة ذات خصائص لا توجد في سواها - ليس أقلها أنها الكوكب الوحيد الصالح للحياة في المنظومة الشمسية؛ ويوازي ذلك أهمية تواجده الماء. هذان العاملان حدّدا شكلاً ومسار تطوّر الأرض من كوكب ذي جو غني بالهيدروجين إلى العالم في حاله الرّاهنة. فالحياة التي بدأت في بحار الأرض منذ ٣٠٠٠ مليون سنة، والكائنات الحيّة التي تطوّرت منها، أسهمت في تكوين جوّ التّروجين والأكسجين الذي وفّر بدوره الظروف الملائمة لاستمرار الحياة. يدور حول الأرض سائل طبيعي هو القمر، وهي الكوكب الخامس من حيث الحجم، والثالث من حيث البعد عن الشمس.

الأرض جرم لا يهدأ

تتغير الأرض دائماً: تتغير لظهورها تتألف من صفائح (أو ألواح) هائلة متحركة. وتحدث البراكين والبراكين الأرضية عندما تتصادم هذه الصفائح أو يتحكك بعضها ببعض أو يبتز بعضها تحت بعض. وتوافر ذلك عادةً اندفاعاً للطاقة الصخرية نحو السطح، وهكذا تحدث قشرة الأرض نفسها باستمرار.

كوكب الأرض

تتألف الأرض من سبعة في الفضاء، إذ تمكن حوالي ثلث ضوء الشمس الساقط عليها؛ كما ينشطر الضوء في جوها ليُكسبها لوناً يغلب عليه الأزرق. وتبدو كُتَل اليابسة التي يوضع، وكذلك المحيطات التي تغطي قرابة ثلثي سطح الأرض - حيث يغطي المحيط الهادئ وحده نصف سطح الكرة الأرضية. كما يُمكن مُناقشة علوم كثيرة في الجوّ.



جوّ الأرض

جوّ الأرض رقيق بالمقارنة مع جوّ جاراتها الأخرى - لكنه مُفيد جداً. فهو رقيق بحيث يخترقه ضوء الشمس، لكنه سميك بما فيه الكفاية ليحجب إشعاعات الشمس الأخرى الضوئية، مشعّلة الأشعة فوق البنفسجية الخطيرة على حياة البشر تُرشح عبره. كذلك يُنقل جوّ الأرض سرعة الرّجيم الثقيل الصخرية الصغيرة المحروقة بالنيازك ويُنثرها؛ وهو يُوفّر لنا أيضاً الهواء الذي نتنفسه.



الظروف على الأرض ثلاثية
تتألف من أشكال الحياة المختلفة
- بما فيها الإنسان!



منظر طبيعي أرضي

منذ ملايين السنين تتكوّن حول الأرض جوّ من ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والتّروجين. فكلّ واحد من الماء المطر، والمطر لونه البحار والمحيطات؛ وكلّ واحد من التّقلّبات مُهمّان جداً اليوم، حيث يتمّ تبادل الماء بين الجوّ والمحيطات - فيما يتمّ الجوّ كطبقة مُدوّنة تُكفي درجة الحرارة مُنظمة تقريباً.

لمزيد من المعلومات الطار

- تكوّن الأرض من ٢٦٠
- الأرض من ٢١٧
- الطائر الشمسي من ٢٨٣
- حقائق ومعلومات من ٤١٨

أرسطارخوس

حقيقة أن
الأرض تدور
حول الشمس
حازت القبول



منذ أقل من ٤٠٠ سنة، ويُعرى الفضل في ذلك إلى الفلكي البولوني، كوبرنيكس، (في القرن السادس عشر)، الذي دحض النظرية القائلة أن الأرض هي مركز الكون. لكنّ الفلكي اليوناني، أرسطارخوس (٣١٠ - ٢٣٠ ق.م.)، كان سبقه إلى الفكرة ذاتها قبل ذلك بقرون عديدة. فقد أحسّ أرسطارخوس الحجم والمسافة الشاسعين للشمس والقمر مُستخدماً القواعد الهندسية، واستنتج وجوب أن تدور الأرض حول الشمس لأنّ الشمس هي الأكبر بكثير.

القمر



الهبوط على القمر

لا تزال رحلات التوليد السبع عشرة في الستينيات والسبعينيات من القرن العشرين تحلّ الأرواح بين محاولات استكشاف الفضاء. هذه الرحلات أثرت التي عشر رائد فضاء على سطح القمر وأعادتهم ساليين إلى الأرض. وتستخدم نتائج الاختبارات السطحية على القمر والنحلي المداري حوله والعديد من الصور التي التقطت له في تكوين تصوراتنا الحالي لسطح القمر.

رصد القمر

يشكل القمر جزءاً جيداً للفلكيين الهواة لأن معاينة السطحية يمكنهم تبينها بالعين المجردة. فالتفحص التربة القمرية هي شهود مستقلة تدعي «بحاراً»، أمّا المناطق الأفتح لوناً فهي الجبال. ويمكن حتى بالنظارة الثنائي العينية تمييز بعض القوالب التركيبية التي تغطي مساحات شاسعة من سطح القمر.

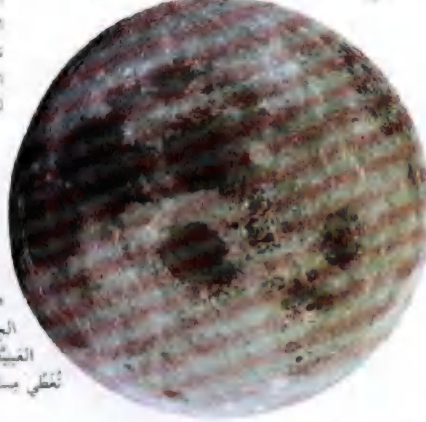


الصخور القمرية

عادة رؤى القمر بحوالي 2000 غيبي من الصخور القمرية تملك وزنها 400 كغ تقريباً. ومن دراسة هذه العينات تكونت لدى العلماء تصورات جديدة عن تركيب القمر وتاريخه. فبعض الصخور مثلاً، صهارية نشأت من لايت منصهرة.

المزيد من المعلومات الظفر
الأمواج والفتور والنيارات من 235
الطعام القمري من 283
الأرض من 287
الإنسان في الفضاء من 302
حقائق ومعلومات من 218

القمر جاز الأرض الأقرب في الفضاء - وهو جرم كروي صخري يدور حول يمحوره في الوقت نفسه الذي يدور فيه حول الأرض. وهو يرافقها في مدارها حول الشمس. وقد حظي القمر بأفضل الدراسات الفلكية للمنظومة الشمسية فقد رُسمت خرائط تفصيلية لجانيه المواجه للأرض مباشرة بعد اختراع المقراب (التلسكوب). وفي الستينيات من القرن الحالي أرسلت عدّة من السواير الفضائية إلى القمر فتحطمت بعضها عليه ودار بعضها حوله. وفي العام 1969 هبط أناس عليه ومشوا على سطحه وعادوا بنماذج من صخوره. جميع كواكب النظام الشمسي، ما عدا عطارد والزهرة، لها أقمارها. ويتباين حجم هذه الأقمار كثيراً - علماً أنّ قمر الأرض واحد من أكبرها - إذ يبلغ حجمه قرابة ربع حجم الأرض.



بنية القمر

اكتشف العلماء أنّ القمر يحوي قلباً صغيراً من الحديد والكبريت المحيط به طبقة الغلاف المائع من الصخور المنصهرة جزئياً (الاستونيفير). وفوق هذه طبقة الغلاف الصخري الجايد (الليثوسفير)، تُغطّيها قشرة من الصخور الغنية بالألمنيوم والتكسيوم.

الترشاش العظيم

لا يعلم الفلكيون علم اليقين كيف تكون القمر. فقد يكون انصلت عن الأرض، أو أنّ الأرض قد أسقطت، أو أنه تكون من مواد حول الأرض هي بنه تشابهها. والافتراض الرابع، هو نظرية الترشاش العظيم، وفقاً لها أنّ جسيماً بحجم المريخ ارتطم بالأرض الفتية، فتكونت القمر من انقاض ذلك النظام.



لم يتفق سطح القمر إلا قليلاً منذ ملايين السنين - فاستخدام الخواص تعديلاً فرائض الجاذبية.



لا أحد يستطيع صماغ كبريات على سطح القمر

أوجّه القمر

زعم أن القمر غير متساوي، فهو الممّج جرم في تمام الليل لأنه يعكس ضوء الشمس جيداً. وخلال دورانه حول الأرض تشاهد أجزاء متفاوتة القمر من وجهه الناري والشمس تتراوح بين الهلال والقر. فعندما يكون القمر في المنحني لا يعكس جانبه النواجة للأرض نوراً من الشمس فلا نراه. ويقاس الشهر القمري بالقمر بين فحاشين متتاليين، ويتبلغ عدداً 29.5 يوماً.

منظر طبيعي للقمر

إنّا نلّم أنّ نخطّ على سطح القمر، فتستجد عالماً يشوّه الشكون القائم لابعدام البحر فيه - فلا يتجلّ الضووت فيه (ولا يمكنك الشمس طبعاً دون ضوء فضائته)، تغطي سطح القمر قوّهات يبلغ الساع بعضها مئات الكيلومترات، وكان أكثرها قد تكونت منذ حوالي 2000 مليون سنة عندما ارتطمت بالقمر صخور من الجرام الكويكب.

المريخ

رسم للمريخ من
وضع برسيغال
لويل.



رسم لوط المريخ وفهرت بسماته
السطحية كإقنية لبحر المياه
شاذتها حضارة مريخية متقدمة.



برسيغال لويل
برسيغال لويل (١٨٥٥-
١٩١٦)، فلكي هاب
ثري، شُفيت
بالمريخ. وقد
تراءى له خلال
مرصده المريخ من
مرضيه في أريزونا،
بالولايات المتحدة،
أن الكوكب مأهول وأن
أخاذه هي أقنية لبحر المياه،
من الغالاس القطبية إلى الأراضي
الزراعية الجافة. وقد تبين لاحقاً أن ما
تراءى له كان مُحرَّج بجذاع بصري.

فوبوس

يُعدُّ حوّل المريخ قمران صغيران
هما فوبوس وفوبوس.

ويبدو أن من الأرض،
حتى بأقوى ما لدينا من
تلسكوبات، كلغتين
صغيرتين صغيرتين. وقد أظهرت

الصور الفضائية أنّهما جزءان قائمان، غريباً الشكل،
ويحوي كلاهما مُمَهِاتٍ تركيبة، لكن فوبوس
مُشكّل بالأخاذه أيضاً، وهذا انقيران أشبه
بالكويكبات من عِدَّة وجوه - ويعتقد
بعض العلماء أنّهما كانا من ذُرية الحزام
الكويكبي قبل أن يأسرهما المريخ.



فوبوس، الاسم
الأسطوري
لغايوم الإله
مأوس (المريخ).



المزيد من المعلومات المُظهِر

الرؤىات من ١٧٦
التركيبي من ٢١٦
الطائفة الشمسية من ٢٨٣
الأرض من ٢٨٧
القمر من ٢٨٨
الكويكبات من ٢٩٤
خلفات ومعلومات من ٤١٨

جبل أوليمبس
جبل أوليمبس التركيب المعلاق، ليس أكبر جبل
على المريخ فقط، بل هو أعلى الجبال في
الظام الشمسية كله - إذ يبلغ قُطر قاعدته
٢٧٠٠ كم، وارتفاعه ٢٧ كم، أي قرابة ثلاثة
أضعاف قُطر جبل إفرست على الأرض.



بنية المريخ

تم المريخ الفتي بمرّة قصيرة فقط من
الاضهار الكامل؛ لذا لم يَشْرُ بعض
مؤرّه الأتقي الغرض إلى مركزه - مثلاً
خُطّ لثه أصغر من قلوب الكواكب
الشجرة الأخرى.

كوكب وعر

تُغطّي سطح المريخ معالمٌ مُثيرةٌ كالصحاري
والجبال العالية والقوّهات البركانية الحمئة
والبراكين الضخمة. وللمريخ قلسوتان
قطبتان جليديتان تتغيران بتغير فصوله -
فيؤب تاني أكسيد الكربون الجليدي
عنهما ضيقاً، كاشفاً سُطُوحاً من
الصحور القارية، ويتكوّن ثاساً في
الشتاء.

منظر طبيعي

لو قُذِرَ لك الانتقال إلى المريخ،
ستجدّه مكاناً بارداً جداً ومُوحشاً
للغاية. جاذبية المريخ هي حوالي نصف
جاذبية الأرض؛ لذا لم يستطع الكوكب شدّ
أكثر من جزرٍ فقط إليه. ورُغم ذلك فإن
سرعات الرياح فيه أحياناً تتجاوز ١٠٠ كم/سا،
ناشرة عواصف من الغبار قد تستغرق عدّة أشهرٍ لتستقر.



سطح مريخي وعر

تُلق المريخ حافاً ومخبراً، تغطيه طبقة
من الغبار المُخترق تالّف كيمائياً من
أكسيد الحديد المُشَبَّ - وهي المادة نفسها
التي تُكسب صحاري الأرض لونها
المُشرّق بالخمر. حتى سماء المريخ تبدو
خداة زُرادية بآثار دقائق الغبار المُختلفة
والطافية في جوّه.



المُشْتَرِي

عَمَلَاءُ الكَوَاكِبِ فِي النُّظَامِ الشَّمْسِيِّ هُوَ الْمُشْتَرِي - إِذْ تَبْدُ كُنُتُهُ عَلَى ثَلَاثَةِ أَصْعَافٍ كُنُتِ الكَوَاكِبِ الثَّمَانِيَةِ الأُخْرَى مُجْتَمِعَةً. وَيَتَأَلَّفُ فِي مُعْظَمِهِ مِنْ غَازَاتٍ وَسَوَائِلَ، أَمَّا الْقَلْبُ فَصَخْرِيٌّ وَصَغِيرٌ نَوْعًا. وَحَيْثُ إِنَّ الْغَيُومَ الْكثِيفَةَ فِي أَعَالِي جَوْ الْمُشْتَرِي تَعْبِكُنْ ضَوْءَ الشَّمْسِ جَيِّدًا فَهُوَ يُرَى تَاصِغَ الشَّلُوعِ فِي سَمَاءِ الأَرْضِ لَيْلًا.

إِنَّ الْكَثِيرَ مِنْ مَعْرِفَتِنَا حَالِيًا عَنْ الْمُشْتَرِي تَمَّ بِوَسَاطَةِ بَعَثَاتِ السَّوَابِرِ الْفَضَائِيَّةِ، الَّتِي غَبَرَ أَرْبَعَةٌ مِنْهَا عَلَى مَقَرَّةٍ مِنْهُ فِي سَبْعِينَ ثَلَاثَ الْقُرُونِ الْعَشْرِينَ؛ كَمَا يَدُورُ حَوْلَهُ مِنْذُ أَوَّابِطِ الْعَامِ ١٩٩٧ السَّابِرِ الْفَضَائِيّ

غَالِيلِيو. وَسَيُحَقِّقُ غَالِيلِيو رَصْدًا طَوِيلَ الأَمَدِ لِلْكَوَكِبِ، وَأَقْمَارِهِ. وَمُجَاهِلَهُ الْمِغْنَطِيسِي الْفَرِيّ الَّذِي تَقُوقُ شِدَّتُهُ شِدَّةَ الْمَجَالِ الأَرْضِيّ ٤٠٠٠ مَرَّةً.



العواصِف

يُسْتَعْرِقُ الْمُشْتَرِي أَقَلَّ مِنْ عَشْرِ سَاعَاتٍ لِيُتَمَّ دَوْرُهُ كَامِلَةً حَوْلَ مَخْرُودِهِ، مُتَبَرِّجًا بِتَدْوِيهِهِ السَّرِيعِ هَهُنَا وَهَنَاحَا عَاقِبَةً. وَخِلَالِ ذَوْرَانِ طَارَاتِ الْجَوِّ حَوْلَ الْكَوَكِبِ تُحْدِثُ أَخْزَمَةٌ وَتُفْلَقُ مَلَوْنَةٌ فِي أَعَالِي الْغَيُومِ، وَتَتَوَلَّدُ عَوَاصِفٌ هَائِلَةٌ. وَلَذَلِكَ أَنَّ الْبَقْعَةَ الْخَضِرَاءَ الْحَمْرَاءَ، الَّتِي يَقُوقُ حَجْمُهَا بَعْضِي حَجْمِ الأَرْضِ، هِيَ الْأَعْصَارُ الْأَعْظَمُ فِي النُّظَامِ الشَّمْسِيِّ.



السَّابِرُ غَالِيلِيو

مِنْ الشُّكْرِ أَنْ يَكُونَ السَّابِرُ الْفَضَائِيّ غَالِيلِيو قَدْ بَدَأَ فِرَاسَةً لِقَصَبَةِ الْمُشْتَرِي وَأَقْمَارِهِ، فِي كَانُونِ الأولِ (دِيسَمْبَر) عَامِ ١٩٩٥، لِسَمَرِ ٣٣ شَهْرًا، وَسَمُورُ الشَّيْئَةِ الْفَضَائِيَّةِ الرَّاسِيَةِ حَوْلَ الشُّكْرِ عَشْرَ مَرَّاتٍ، فِيمَا يَقُومُ سَابِرٌ أَصْغَرُ بِأَخْصِ حَوْءٍ.

تَتَأَلَّفُ الطَّبَقَاتُ الْفَتَايَا لِحَوْلِ الْمُشْتَرِي مِنْ سَلْبِ الْهَيْدْرُوجِينِ وَالْهَلِيمِ وَيُؤَوِّدُ الْأُمُونِيَا الْمُتَمَدِّدَةُ.

أَقْمَارُ الْمُشْتَرِي

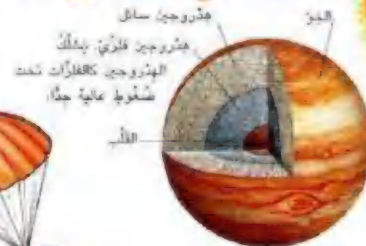
لِدَوْرٍ حَوْلَ الْمُشْتَرِي مَجْمُوعَةٌ أَقْمَارٍ يُعْرَفُ مِنْهَا حَالِيًا سِتَّةٌ غَيْرُ وَاقِدَةٍ يُكْتَشَفُ الْحَزِيَّةُ مِنْهَا لِاحْتِمَالِ وَتَمُتُّهَا أَجْرَامٌ صَغِيرَةٌ مُتَجَسِّدَةٌ لَا يَبْدُو لِقَعْرِ الرَّاجِدِ مِنْهَا عَلَى ١١٠ قِمِّ. وَاقِدَ جَرَتْ تَرَاثُمَةُ الْأَقْمَارِ الْعَالِيَةِ الأَرْبَعَةِ، فَتِي هِيَ الْأَكْبَرُ يَكْتَنِي سِتَّ أَقْمَارِ الْمُشْتَرِي، عَنْ قَرَبٍ بِوَسَاطَةِ السَّابِرَيْنِ الْفَضَائِيَّيْنِ قُرْبَاجِيرِ ٩١ وَقُرْبَاجِيرِ ٩٢.

اَلْبُؤْرُ

الْقَمَرُ أَكْبَرُ أَكْثَرُ مِنْ قِمَرِنَا قَلِيلٍ، وَهُوَ أَحَدُ أَكْبَرِ الْأَجْرَامِ الَّتِي تَوَلَّفُ الْمَطْوُومَةُ الشَّمْسِيَّةُ اسْتِدْعَاءً لِلْاهْتِمَامِ. فَهُوَ، سَابِرٌ لَوَّاعٍ مُشْتَرِي الْمَدْرُودَةِ (الْمَدْرُودَةُ الْجَزْوَئِيَّةُ) الَّتِي تَعْمَلُ عَلَى إِصْحَامِ قَلْبِهِ، دَوْرًا سَابِرًا بُرْكَانِيٍّ. وَهُوَ أَحَدُ جَرْمِينِ فَطْطٍ، إِلَى جَانِبِ الأَرْضِ، مَعْرُوقَيْنِ بِتَوَاجُدِ تَرَائِكِلٍ لَاطِطَةٍ بَيْنَهُمَا.



المُشْتَرِي



بُنْيَةُ الْمُشْتَرِي

يُحِيطُ قَلْبُ الْمُشْتَرِي الصَّخْرِيّ الصَّغِيرِ جِثْمٌ مِنَ الْهَيْدْرُوجِينِ سَائِلًا وَلَازِلًا. وَيُتَمَّ عِنْدَ قَلْبِهِ جَوْ هَائِلٌ الْحَجْمُ مِنَ الْهَيْدْرُوجِينِ وَالْهَلِيمِ ثَمَانِي مَرَّاتٍ أَكْثَرُ مِنْ جَوْ الأَرْضِ. وَتَبْهُطُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ نَحْوَ طَبَقَاتِ الْغَيُومِ ثَلَاثًا إِلَى ١٤٠٠°س. يَبْدَأُ بَلْغُ فِي الْقَلْبِ ٣٥٠٠°س.

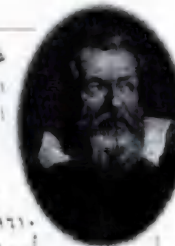
جَوْ الْمُشْتَرِي

لَوْ قُمَرُ كَرَامَتُ فِضَاءٍ أَنْ يَبْهُطَ عَلَى الْمُشْتَرِي، فَسَيَكُونُ ذَلِكَ فِي الرُّوْعِ مَعْرُوضًا فِي جَوْ كَلْبٍ، عَقْدُهُ ١٣٨٠ قِمِّ. مَوْلُوبٌ مِنَ الدِّينَانِ وَالْأُمُونِيَا إِضَافَةً إِلَى الْهَيْدْرُوجِينِ وَالْهَلِيمِ. وَسَيُزَوِّدُنَا السَّابِرُ الْجَوِّيّ غَالِيلِيو، بِأَوَّلِ بَيِّنَاتٍ مُبَاشِرَةٍ عَنْ خُصَائِصِ هَذَا الْجَوْ.

غَالِيلِيو غَالِيلِي

الْمَلِكِيُّ وَالْفِيْزِيَاثِيّ الْإِيطَالِيّ، غَالِيلِيو (١٥٦٤-١٦٤٢)، اكْتَشَفَ أَرْبَعَةً مِنْ أَقْمَارِ الْمُشْتَرِي عَامَ ١٦١٠ هِجْرِيّ: أَيْوَرُ، أَوْرُوبَا، جَانِيْبِيدُ وَكَالِيسْتُو.

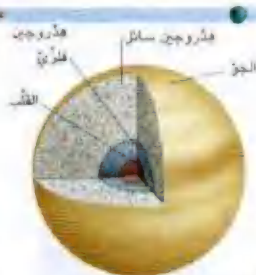
لَعُرِفَتْ بِالْأَقْمَارِ الْعَالِيَةِ. وَقَدْ سَخَّرَ غَالِيلِيو اكْتِشَافَهُ الْإِنْعَاقَ النَّاسِيَّ بِأَنَّ الأَرْضَ لَيْسَتْ بِمَرْكَزِ الْكَوْنِ، وَأَنَّهَا وَالْكَوَاكِبُ الأُخْرَى لَدَوْرُ حَوْلَ الشَّمْسِ.



مَزِيدُ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الشُّكْرِ
الْجَوْ مِنْ ٢٢٨
النُّظَامُ الشَّمْسِيُّ مِنْ ٢٨٤
الْقَمَرُ مِنْ ٢٨٨
السَّوَابِرُ الْفَضَائِيَّةُ مِنْ ٣٠١
حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ مِنْ ٤١٨

زُحَل

زُحَل



بنية زُحَل

يتألف زُحَل من ثلاث طبقات متميزة - بدءاً من قلبه المركزي الخفيف صخري تتوسطه طبقة من الهيدروجين الغازي، أما الطبقة الخارجية فتتألف من الهيدروجين والهيليوم - سائلين نحو المركز وغازيين بعيداً عنه.

كوكب زُحَل الذي يبدو من الأرض، مجرد جرم لامع تبيّن أخيراً أنّه جوهره النظام الشمسي، فزُحَل عملاق غازي يشتهر بمنطوقه المذهبة من الحلقات الملونة، وهو الكوكب السادس من حيث البعد عن الشمس - إذ يبلغ بعده ضعفي بُعد جاره المشتري تقريباً. منذ العام ١٦١٠، أخذ الفلكيون يرصدون زُحَل بتلسكوباتهم، لكنهم لم يجمعوا على تفسير شافٍ لما كانوا يشاهدون. ولم يُكتشف مدى وتعقيد المنظومة الزُحلية إلا بواسطة السابريين الفضائيين فوياجير أوائل الثمانينيات من القرن العشرين.



أرضاً أوليّة

حين رُصد غاليليو زُحَل عام ١٦١٠، شاهد ثلاثة أجرام. قبل ذلك كان زُحَل كوكباً ثلاثاً يتدبّع سنواتٍ دجش الفلكيون لارتحال الجرمين الكرويين الضخمين وتغير شكلهما. وفي العام ١٦٥٩، من كريستيان هيجلز - الفلكي الهنريكي، سُحط أنّ ما كان يشاهده السدّ هو حلقات زُحَل التي يلتصق ظهرها خلال دوران الكوكب حول الشمس.



الحلقات

كوكب المشتري وزُحَل وأورانوس ونبتون ذات حلقات، لكن حلقات زُحَل هي الأنهى روعة بكثير. لقد استج الفلكيون، من الأرض، أنّ تلك الحلقات غير جامدة لأنّ بعضها مساهمة النجوم غيرها. إنّما التسلّ الضبابية فكتفت أنّ حلقات زُحَل تتألف من قطع صخريّة جليديّة لا تحصى - بعضها صغير كالغبار، وبعضها الآخر قدره كالجرامد الضخمة ويرى الفلكيون أنّ حلقات زُحَل طازجة عليه لا أمثلة قديمة، وأنّها تكوّنت بارتطام أقمار في مداراتها حوله.



النطق الغيمية

الغيم الملوّنة، على سطح زُحَل، المولدة من الأمونيا والمياه وأخرى تكونت ثقفاً جزيئية حول الكوكب. أحياناً يُمكن مشاهدة بقع إهليلجيّة في هذه النطق - هي بالمثل عواصف هوجاء. فهي يوم عاصف في زُحَل قد تبلغ سرعة الرياح ١٨٠٠ كم/سا في أجزائه العليا.



خط استواء متعرج

يُدوم زُحَل بسرعة فائقة حول محوره فيلج يومه ١٠ ساعات و ٣٠ دقيقة فقط. وهذا بالإضافة إلى كثافة الكوكب الخفيفة، يُسبب انحناء خط استواء زُحَل. والواقع، أنّ هذه الانحناء هو الأبرز في النظام الشمسي.



قد يتكوّن زُحَل فقلاً كجبل الجليدي - فيعبر عن حته في الماء.

أقمار زُحَل



زُحَل هو صاحب أكبر عدد من الأقمار. فقد اكتشف له، من الأرض، أحد عشر قمراً، وسبعة أقمار أخرى من سفن الفضاء - وزيّما كان هناك المزيد. وكان أوّل هذه الأقمار وأكثرها تبايناً، المكتشف عام ١٦٥٥. وهو قريب بين الأقمار بخلاف الكوكب الذي يُعطي مسحة. ويلاحظ أنّ عشرة من أقمار زُحَل الصغيرة هي أجرام غريبة الشكل غير منتظمة.

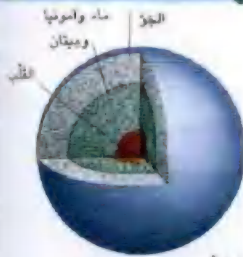
الكوكب القلوي

زُحَل أنّ كثافة زُحَل تعوّى كثافة الأرض بـ ٩٥ مرة. فإنّ مُعدّل كثافته خفيف جداً بحيث إنّ الكوكب الوحيد الأعمق من الحجم نسب من الماء. وهذا يعني أنّ زُحَل يتكوّن في الماء لأنّ وزنه النوعي أقل.

مزيد من المعلومات فُحُطَر
القمر والأقمار من ١٢٨
النظام الشمسي من ٢٨٣
القمر من ٢٨٨
النظام الشمسي من ٣٠١
حقائق ومعلومات من ٤١٨

أورانوس

أورانوس



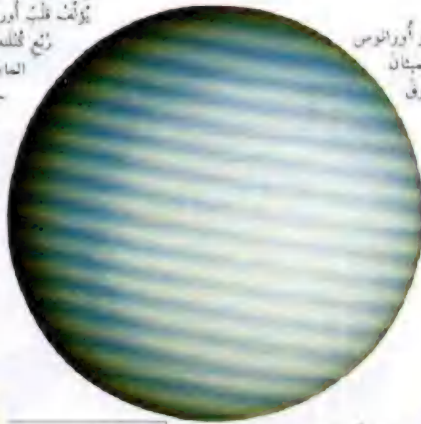
شدة الفلكيون عند اكتشاف أورانوس عام ١٧٨١ - أول كوكب يُكتشف في العصر الحديث. فقد كانوا يعتقدون أن رُحل هو نهاية النظام الشمسي؛ فجاء اكتشاف أورانوس يُضاعف حجم هذا النظام دفعة واحدة - إذ إن بُعد أورانوس عن الشمس ضعفاً يُعَدُّ رُحل عنها. وظلَّت معلوماتنا شحيحة عن أورانوس بسبب بُعده، حتى عبَّر على مَقَرَّةٍ منه السابر الفضائي فوياجير «٢»، فوجدَه عملاقاً غازياً بارداً ذا منظومةٍ قمريَّة تضم ١٥ قمرًا ويُلْقِه ما لا يقلُّ عن ١١ حلقةً سوداء رقيقة القوام.

الكوكب الأزرق

حتى بأفضل التلسكوبات الأرضية، لا يبدو أورانوس أكثر من كُرَّةٍ غازية ضبابية زرقاء، لأنَّ الميثان في جَوْه يَعكس لَوْنَهُ الشَّمْسِ الأزرق والأخضر. وقد بُدِءَ الكوكب قَبْرَ كاهنات فوياجير «٢» أيضًا ثورةً عديبةً المعالم. لكنَّ المعالجة الحاسوبية لِلصُّوَر أظهرت أحيانًا شحْبًا بيضاء من بلورات الميثان المُتجمِّد تجعلها الرِّياح حول الكوكب.

بنية أورانوس

يُؤلَّف قلب أورانوس الصلبي حوالى ربع كتلته وثُلث القلْب طبقة من الماء والأيونيا والميثان في حالتي التجمُّد والسُّيولة. أمَّا الطبقة الخارجة فتألَّف من غازي الهيدروجين والهيليوم.



تحتوي أورانوس على كمية كبيرة من الغازات الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم، بالإضافة إلى كميات أصغر من الغازات الثقيلة مثل الماء والأمونيا والميثان. هذه الغازات تشكل الغلاف الجوي للكوكب، بينما يتكون القلب من صخور معدنية.

صلابة من شغرة هرتزل

إكتشافات علمية

١٧٨١ اكتشاف أورانوس
لم يُكُن الفلكي الألماني، وليام هرتزل، يبحث عن كوكب، لكن أثناء مراقبته روتينية في ١٢ آذار (مارس) عام ١٧٨١ اكتشف أورانوس. هذا الاكتشاف جعل الفلكيين يعتقدون بوجود كواكب أخرى غير المكتشفة.
١٨٤٦ اكتشاف نيون
اُكتشفت توقع نيون لعدم انتظام في حركة أورانوس، فخرى المبحث عنه حيث كُوْن وجوده. وقد نجح بتحقيق ذلك جوهان جالي من ألمانيا في ٢٣ أيلول (سبتمبر) عام ١٨٤٦.
١٩٣٠ اكتشاف بلوتو
الأمريكي كلايد تروسيك اكتشف بلوتو عندما كان يُقارن صفاً فوتوغرافية في كانون الثاني (يناير) عام ١٩٣٠.

سطح أورانوس

لا ترتفع درجة الحرارة على سطح أورانوس فوق -٢٠٩°س مع أن جَوْه يتألَّف ما يتوزع من الحرارة حوالبه. لأنَّ ما يُستقبله الكوكب من ضوء الشَّمْسِ أقلُّ بحوالى ٣٧٠ مرةً مما يُستقبله الأرض. وإذا قُدرَ لَوْنُهُ أن يروى أورانوس، فسجدةً باردةً جدًا، وهو قد يغمض في بُرْز الكوكب الخافت المُؤلَّف من الهيدروجين والهيليوم والميثان.



تيتانيا

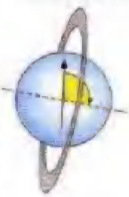
أما أورانوس أجرامًا قاتمة من الصخري والتجليد، وتيتانيا، الذي يغلف سطحه أودبة عميقة وفوهاتٌ بركانية، هو أكبرها.



الماز أورانوس

خسبة من أقمار أورانوس الخمسة عشر اكتُشفت من الأرض. أمَّا المشردة الأصغر، فقد اكتشفتها كاهنات فوياجير «٢» عام ١٩٨٦. أمَّا أقمار أورانوس يدعى أريزون - وهو يدور على بُعد ٥٨٢٦٠٠ كم من الكوكب.

أقمار أورانوس وخلفه شروق حول وسط الكوكب.



كوكب مُجْتَب

يبدو أورانوس قاتمة على جابه. ويُعتقد أن مِله هذا حدث جلال تجمُّع بضع القلغ الضخمة التي كُوْنَت.

لزيد من المعلومات أنظر
النظام الشمسي من ٢٨٣
رُحل من ٢٩١
نيون وبلوتو من ٢٩٣
الشواهد الفضائية من ٣٠١
حقائق ومعلومات من ٤١٨

يبدو عمالداً أحد أقمار أورانوس، كتدريج عشوائي من الفوهات العميقة والجزف الشامخة والشلول الملسطة وهي في تعاطيهما بلى قديمة؛ لكن من المدهش أن بعضها المُتحد هكذا يكتسب.

نِيتُون وِپْلوتو

نِيتُون



نِيتُون

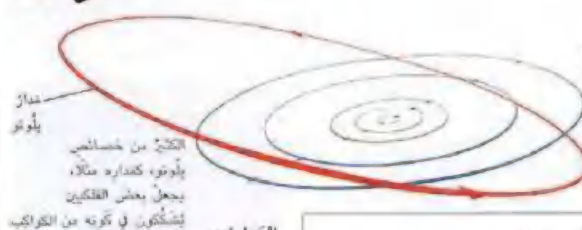
يُخَلِّصُ تَرَكِيبُ نِيتُونِ اِخْتِلَافًا كَبِيرًا عَنِ تَرَكِيبِ الْكَوَكَبِ الْخَارِجِيَّةِ الْآخَرَى. فَكُنَّا نَعُدُّهُ لَوَسِي بَازِلًا لِقَلْبِ سَحَرًا. وَسَطُحُ الْكَوَكَبِ طَبَقَةٌ مِنْ صَقِيقِ الْمِثْيَانِ فَدَى تَكُونُ عَطَاءُ لَطِيفَةٍ مَائَةٍ خَلِيدِيَّةٍ قَرِيبًا.

نِيتُون

نِيتُونُ، أَصْغَرُ كَوَاكِبِ النِّظامِ الشَّمْسِيِّ، لَمْ يَلْعَلْهُ سَوَائِرُ الْاِسْتِكْشَافِ بَعْدَ. وَالتَّعْرِيفُ أَنَّهُ لَمْ يَمُرَّ وَجْهًا يُسَيِّسُ شَارُونِ يَلْعَلُ حَجْمُهُ حَوَالِي نِصْفِ حَجْمِ الْكَوَكَبِ. وَهُوَ قَرِيبٌ مِنْ لَوْحًا. وَهَذَا يَجْعَلُ مِنْ الْمَسِيرِ لَطِيفِ الْجَزَائِرِ بَعْضُهُمَا مِنْ بَعْضٍ عِنْدَمَا يُرْصَدَانِ مِنَ الْأَرْضِ.

سَطْحُ نِيتُونِ

إِذَا قَدَّرَ نِيتُونُ سَبِيحَ الْخَطِّ الْهَيَّوْطِ عَلَى نِيتُونِ، فَسَيَجِدُهُ عَالَمًا مُنْجَمًا مُوَحَّدًا سَائِلًا الْفَلَكِيَّةِ. يَبْعُدُ نِيتُونُ عَنِ الشَّمْسِ نَاقِصَةً أَرْبَعِينَ مَرَّةً ضِعْفَ بُعْدِ الْأَرْضِ عَنْهَا، لِذَا لَمْ يَبْدُ الشَّمْسُ بِتِهْ جُزْءَةٍ لَحْمٍ شَدِيدِ السَّطُوحِ فَقَطْ.



الْمَنَارَاتُ

يَبْدُو نِيتُونُ بِشَكْلِ غَرِيبٍ - فَنَدَارُهُ أَكْثَرُ مِثْلًا وَأَكْثَرُ اسْتِطْلَاقًا مِنْ شِدَارِ أَفْنِ كَوَكَبٍ آخَرَ. فِي الْوُاقِعِ، يَكُونُ نِيتُونُ، فِي جُزْءٍ مِنْ نَدَارِهِ، أَقْرَبَ إِلَى الشَّمْسِ مِنْ نِيتُونِ، حَيْثُ يَكُونُ نِيتُونُ أَبْعَدَ كَوَكَبٍ فِي النِّظامِ الشَّمْسِيِّ خِلَالِ تِلْكَ الْخَمْرَةِ.

لَمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

النِّظامِ الشَّمْسِيِّ مِنْ ٢٨٣
أَوْرَانُوسُ مِنْ ٢٩٩
الشُّوَابَرَةُ الْفَضَائِيَّةُ مِنْ ٣٠١
مَقَاتِلُ وَمَعْلُومَاتُ مِنْ ٤١٨



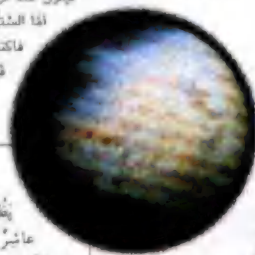
بَعْدَ تِلْكَ الْفَلَاءِ، إِنَّ كِلْتَا النِّظامِ الشَّمْسِيِّ الْمُحْتَمِلَةِ أَكْثَرُ مِنَ الْكِلْتَا الْمِثْلَةِ فَلَكِيَّةِ الْيَوْمِ.

الْكَوَكَبُ الْعَاشِرُ

يَنْظُرُ بَعْضُ الْفَلَكِيِّينَ أَنَّهُ لَمْ يَكُنْ هُنَاكَ كَوَكَبٌ عَاشِرٌ فِي النِّظامِ الشَّمْسِيِّ. وَبَعْدُ هَذَا إِلَى كَوَكَبٍ جَائِذِيَّةٍ نِيتُونِ وَحْدَهُ لَا تَعْمَلُ لَمَعْدَ مَدَارِي أَوْرَانُوسُ وَنِيتُونِ - مِمَّا يَنْفَعُ مِنْ وَحْدِهِ جَزْمٌ أَكْثَرُ تَشْدِيدًا حَوْلَ التَّسَارُّبِ اللَّذِينَ يَتَّخِذُونَهُمَا.

نِيتُونُ أَحَدُ أَقْصَارِ نِيتُونِ

اِكْتِشَفَ مِنَ الْأَرْضِ اِثْنَانِ مِنَ الْقَمَارِ نِيتُونِ هُمَا تَرَاثِيُونُ وَنِيتُونُ، إِذَا الشَّدَّةُ الْآخَرَى فَانْكَشَفَهَا قَوِيَا جِيرَ.



أَقْصَارُ نِيتُونِ

يَصِفَا قَرْنُ تَرَاثِيُونِ، أَحَدُ أَقْصَارِ نِيتُونِ التَّسَابِيَةِ، مُتَخِلِفًا جَدًّا، مَطْلَعُهُ الْجَنُوبِيُّ يَحْوِي بَرَاكِييَ نَاتِعَةً وَقَلْبُشُورَةً قَرْنُشَةً مِنَ الْكُرُوجِينَ وَالْحَلِيدِ الْمِثْيَانِي، يَمِينًا قَعْدَةُ التَّسَابِيَةِ مُزَوَّجٌ كَثِيرٌ الْأَوْدِيَةِ الْمُحْتَمِلَةِ.



نِيتُونُ

نِيتُونُ دُو قَلْبِ صَحْرِيٍّ صَغِيرٍ يُعْقِدُ بِهِ جَسْمٌ مِنَ الْمَاءِ وَالْأَمُونِيَا وَالْمِثْيَانِ. وَيَتَأَثَّرُ تَبَرُّهُ مِنَ الْهَيْدُرُوجِينِ وَالْهَلِيُومِ وَالْمِثْيَانِ وَالْمِثْيَانِ بِكِبَرِ الْكَوَكَبِ لَوَلَهُ الشَّدِيدُ الْوَرَقَةُ.

نِيتُونُ

يُسَيِّسُ صُورُ قَوِيَا جِيرَ أَنَّهُ نِيتُونُ كَوَكَبٌ أَرْوَقُ لَوَقْعُهُ شَحْبٌ بِيضَاءُ مِنْ بَلُورَاتِ الْمِثْيَانِ الْجَلِيدِي. أَمَّا الْبَقْعَةُ السَّوَدَاءُ الْعَلِيَّةُ فِي لُطْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِيِّ مِنَ الْكَوَكَبِ فَهِيَ فِي الْوَاقِعِ عَاصِفَةٌ ضَخْمَةٌ تَدُورُ حَزَلَةً.



سَطْحُ نِيتُونِ

الْهَائِلَةُ عَلَى نِيتُونِ تُحَابِيَةُ عَوَاضِلُ مَا خَلَرُ مِثْلَهَا قِلَابًا قَلْدُ سَجَلِيَّةٍ السَّيْفِيَّةِ الْفَضَائِيَّةِ قَوِيَا جِيرَ شَرْعًا رِيَاخٍ عَلَى نِيتُونِ كَبُولِي التَّصَوُّرِ - يَلْعَلُ ٢١٦٠ كم/سا.



الكويكبات

لو لم تكن ثقل الكويكبات معاً لما كانت لتشكل إلا
جزءاً صغيراً فقط من كتلة الأرض.

هل تعلم أن هنالك ملايين الأجرام السيّارة فعلاً في مداراتها حول الشّمس؟ فإلى جانب الكواكب التسعة الحقيقية، هنالك بضعة ملايين من الكويكبات - التي هي قطع صخرية تتراوح أحجامها من ثقب دقيق من الغبار إلى قطع يبلغ قطرها بضعة مئات من الكيلومترات. ويدور معظم هذه الكويكبات في نطاق مداري بين المريخ والمشتري، وتسلّك كويكبات أخرى مدارات مختلفة، فمسدّد القرن الثامن عشر بدأت الأدلة تتوافر لدى الفلكيين على وجود عالم ضائع بين المريخ والمشتري. فبدأت حملة التّفتيش باكتشاف الكويكبات الأولى والأكبر، سيريس، صيدفة عام ١٨٠١، وقد تمّ حتى اليوم فهرسة وتحديد مواقع أكثر من ٥٠٠٠ كويكب.

النطاق

(أو الجرام) الكويكبي

لقد تكونت الكواكب الرئيسة من
بلاقي السحابة السحبية بالشّمس الفتية،
لكنّ السحابة في منطقة الجرام الكويكبي لم تتكوّن
كوكباً لأنّ الحادثة الهائلة لكوكب المشتري السحابور
منعتها من التّكامل معاً.

مدارات الكويكبات

تُعدّ معظم الكويكبات تدور حول الشّمس في النطاق الكويكبي، فيما تدور
مجموعات أصغر أخرى في مدارات مختلفة، فالسحابة الطّروادية للحركة
على مسار المشتري يقبض بعضها أمانه وبعضها الآخر تحلقه أماناً
الكويكبات الأيونية فمداراتها تتقاطع مع مسار الأرض. ويدور كويكب ناء جداً
يُدعى شيرون بين مداري زحل وأورانوس، وهو على ذلك البعد من الشّمس، تأثّلت
من الجليد لا الصّخر.

الظّورة الكويكبيّة الأولى

حتى العام ١٩٩١، ظلّت دراسة الكويكبات تعيبد
أساساً على التلسكوبات (المقاربات) الأرضية،
ثمّ في تشرين الأوّل (أكتوبر) من تلك السنة،
رصد الشّاهيد الصّناعي، غاليليو، في طريقه
إلى المشتري كويكباً تدعى جاستورا يقع
على حافة النطاق الكويكبي
برشده - فكانت الصورة الأولى
المأخوذة عن قرب لأحد الكويكبات
وجاسورا هو كويكب صغير غير مُستقيم
الشّكل، بلغ قطره ١٢ كم وتدور حول
صخورة فوّرة واحدة كلّ سبع ساعات.

أحجام الكويكبات

يستلخ الفلكيون احجام كويكب ناء بدرجة
تضاهي كميّة ما يمكنه من ضوء الشّمس، أو
بقياس زمن عبوره لثابت حثيقيّ لبحر ناء، أو
بقياس الشّاهيد إذا اقترب من الأرض. أكبر
الكويكبات حجماً هو سيريس - إذ يبلغ قطره
٩٣٣ كم، لكنّ غالبيتها لا تتعدّى ١٠٠ كم.
والكثير منها، بالمقارنة، بحجم
حصى لابلحاجات السّحابات
(في الولايات المتحدة).

شكّل أصغر كويكب شوهد من الأرض حتى الآن بكتار
١٠م. لكنّ الشّواهد الفضائيّة التي عبرت النطاق الكويكبي
اكتشفت كويكبات لا يزيد قطرها على بضعة مليمترات.

البائور هيل

فقد الفلكيّة البائور هيل عدّة سنوات
تكتشف الكويكبات وترسم خرائطها -
بخاصّة تلك التي كانت تفرّط من الأرض،
تعمل هيل في كانفورنيا حيث تقوم بدراسة
مُدققة للموجات الفوتوغرافيّة، ياجت بين
النجوم عن كويكبات جديدة. وتُستغل
التحرّك السريع بسكّ للكويكب قبالة خليج
من النجوم البعيدة على
لوحات فوتوغرافيّة
مُعاميّة على
تلسكوبات
حديثة.



نسبيّة الكويكبات

تُقدّر الكويكبات البعيدة الآلاف، وتُستمر
لاجلاً حسب اقترانها مع شتاتنها
١٨٠٩ اكتشف الكويكب الأوّل فأغلب
الرقم ١ وسُمّي سيريس.
١٨٩١ أوّل كويكب اكتشف بالتصوير
رقمه ٣٣٣ وسُمّي إيريس.
١٩٧٧ اكتشف الكويكب رقم ٢٦٠٠
وسُمّي شيرون. مداره أبعد من
معروية الكويكب.
١٩٨٣ أوّل كويكب اكتشف بواسطة
سبيج فضائيّ رقم ٣٢٠٠ وسُمّي
فيلو.

لمزيد من المعلومات انظر

النظام الشّمس من ٢٨٣
المريخ من ٢٨٩
المشتري من ٢٩٠
المدارات والشارك من ٢٩٥
الشّواهد الفضائيّة من ٣٠١

المذنبات والنيازك

يبدو المذنب ككرة تلح هائلة متسحرة تندفع خاطئة طريقها كالبرق حول أقاصي المنظومة الشمسية. إن بقايا السحابة التي كونت النظام الشمسي المتواجدة ما وراء مدار بلوتو، تحوي بلايين الكتل الجليدية المعروفة بالمذنبات. ومن حين لآخر يتزاح أحدُها عن مداره، نتيجة ارتباطه، إلى مسار نحو الشمس حيث يتبخّر الجليد مُكوّنًا رأسًا ضخمًا ودُنبًا طويلًا. وخلال انطلاقه، يُضخّ المذنب شفقًا صغيرة، تُشاهد من الأرض سُحبًا ضوئية تُدعى النيازك. والفلكيون تواقون للحصول على عيّنة من مذنب لأنها ستكون بيئةً دلائليةً من مَولِد النظام الشمسي.



نجوم شرقية

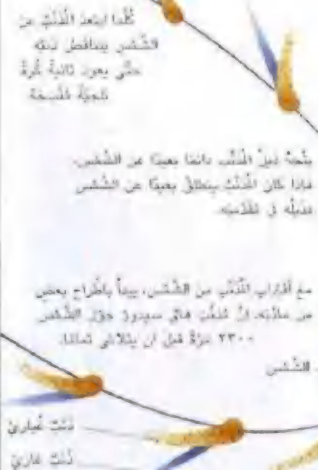
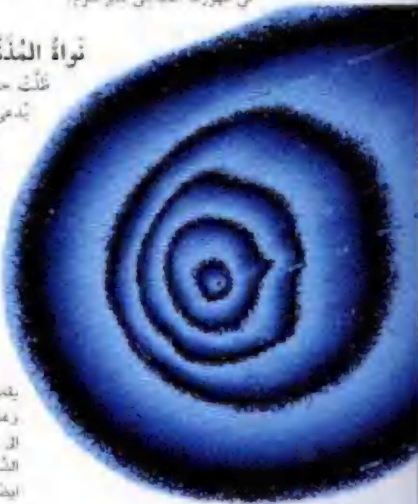
رُصدت المذنبات وشُخّلت على مدى آلاف السنين لكن كُتبها لم تُذكر على حقيقتها دائمًا. فقد سُيِّت مَرَّاً لنجوم المذنبات، وكان المصطلحون بالخرافات يرون في ظهورها الشواحي من ندم شوم.



المذنب وشدته كما بدا في ١٣ مارس عام ١٩٧٦

نواة المذنب

تُكِّت حقيقة نواة المذنب تحال تخمين الناس حتى مرّ سابر فضاءي يدهي جنيتور يشاهد نواة مذنب هالي عام ١٩٨٦ فأظهرت الصور المُتعلّقة نواةً صخرية (كعبة البطاطا) من الجليد المتصّهر طوّلها ١٦ كم وعرضها ٨ كم. فكان ذلك أوّل تأكيدٍ لنبوءة إن المذنبات هي كرات ثلجية عِلاقةً مُتسحرة كما تُنمّأ بذلك العالم الأيرلندي، فريد ويل، عام ١٩٢٩.



نواة المذنب المذنب من قشعر يندفطر لشفة حتى يعود ثانية لحرارة لتجلى فليشفة

شعة ليل المذنب دائما بعيدا عن الشمس، فاما كان المذنب ينطلق بعيدا عن الشمس فقبله في نظامه

مع اقتراب المذنب من الشمس، يبدأ بأطوار بعض من مظاهره في شكله فاق سينتور حول الشمس ٢٣٠٠ درجة قبل ان يتلاشي تماما.

ذات حمارين ذات حمارين

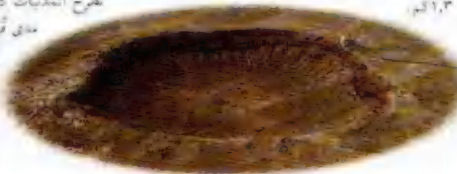
يقضي المذنب معظم حياته ككرة ثلجية مُتسحرة وعندما يقترب من الشمس يتحوّل شكله المتخضم إلى راسٍ عازي. يدهي لؤلؤة، تكسفه الشعاعك الشمس إلى قسٍ عازي - حارّة سعة أيضا دويلا من حبيبات الغبار.

الرّجُم والنيازك

الرّجُم وقع صخريّة قديمة بين توكية ابن الكوكبات أو من شقوق الكواكب، مثلا: بحر إلى بحر الأرض، فبحر أرضها الأصغر شُعبا توكية فيه، وتضطرب بعضها الآخر سطح الأرض رُجُمًا، معظم الرّجُم لا يتجاوز حجمها حجم قبة اليد لكن بعضها أكبر كثيرا، رّجُم باريس الذي قُطع في أريزونا، بالولايات المتحدة، أخذت حفرة قُطرها ١,٣ كم.

وايل شهب

تُفرّق المذنبات بحبيبات هائلة من الغاز والغبار، يتجسّع منها غُبار مدي قرابة الألف سنة حلقةً ضيقة. فاما مرّت الأرض فتر تلك الحلقة، يحترق الغُبار في حُرّها، فيرى ذلك من الأرض وايل شهب نيزكية.



حفرة رجمية في أريزونا، بالولايات المتحدة

إدموند هالي

عُيِّل العالم الإنكليزي، إدموند هالي ١٦٥٦-١٧٤٢، في جلد مجالات من الأبحاث الفلكية، لكنه اشتهر بحاجة بأبحاثه حول المذنبات، سلّ هالي أنّ المذنبات التي رُصدت على



١٦٥٦ و١٦٥٧، والمذنب الذي شاهده شخصيًا عام ١٦٨٢، هي في الواقع المذنب نفسه، وتنبأ بعودته أواخر عام ١٧٥٩، وهذا ما حصل بالفعل - كما ظهر المذنب أيضًا في الأعوام ١٨٣٥، ١٩١٠ و ١٩٨٦، ويُعرف المذنب هالي. وكان هالي أوّل من بين أنّ مدارات بعض المذنبات تُعيدُها دورًا إلى جوار الشمس.

لرديد من المعلومات أنظر

- النظام الشمسي من ٢٨٣
- الكويكبات من ٢٩٤
- حقائق ومعلومات من ٤١٨

عِلْمُ الْفَلَكِ

عِلْمُ الْفَلَكِ أَقَدَمُ الْعِلُومِ، فَمُنْذُ آلَافِ السِّنِّينَ حَاولَ الْإِنْسَانُ تَعَرُّفَ الْفَضاءِ وَمَوْقِعَ الْأَرْضِ فِيهِ. وَقد طَوَّرَ الْمِصرِيُّونَ مِنْذُ ٤٠٠٠ سَنَةٍ تَقْوِيمًا يَعْتَمِدُ عَلَى حَرَكَةِ الْأَجْرامِ السَّمَاوِيَّةِ - كَمَا عَرَفُوا الْكُسُوفَ وَالْحُسُوفَ، وَقد حَقَّقَ الْإِغْرِيقِيُّ مِنْذُ الْقَرْنِ السَّادِسِ ق.م. - إِتْجَازَاتٍ فَلَكَئِيَّةً عَلَى يَدِ أَمْنَالٍ طَالِيَسٍ وَأَرْسطَازُحُسٍ وَأَرَاتُوسْتِيْنِسٍ طَوَّرَها الْفَلَكيُّونَ الْعَرَبُ مِنْ أَمْنَالِ الْبَنْيَانِيِّ وَالْتِيروني فِيمَا بَيْنَ الْقَرْنَيْنِ الثَّامِنِ وَالثَّانِي عَشَرَ، كَمَا يَنْبَغِي مِنْ مِثَالِ التَّسْمِيَّاتِ الْفَلَكَئِيَّةِ الدَّوْلِيَّةِ الْمُعاصرة. وَمُنْذُ الْقَرْنِ السَّابِعِ عَشَرَ تَسارَعَتِ وَتَبَرَّكَ الْاكتِشافاتِ الْفَلَكَئِيَّةِ حَتَّى إِنَّ ما تَعَرَّفَناهُ عَنِ الْكُؤْنِ خِلالَ الْقَرْنِ الْحَالِي يَفُوقُ سائِرَ ما عَرَفْناهُ سَابِقًا. فَقد أَصْبَحَ الْفَلَكَئِيُّ الْيَوْمَ عَالَمًا مُختَصًّا بِسُجَالِيٍّ مِنْ عِلْمِ الْفَلَكِ لَا مُشْخَصًا يَعْمَلُ فِي مَجَالَاتٍ عِلْمِيَّةٍ مُتَعَدِّدة.

مُزجِد
تِيكُو بَرَاهِي



استخدام التّقنيات (التكنولوجيا)

كَانَ الْفَلَكَئِيُّونَ الْقَدَماءُ يَعْمَلُونَ عَلَى ما يُشَاهِدُونَهُ بِالْعَيْنِ السَّجْدَةِ. وَفي الْقَرْنِ السَّادِسِ عَشَرَ وَخَمْسَ تِيكُو بَرَاهِي مِنْ مَرْقُطِيَّةِ أَفْقِ الْقِياسَاتِ السَّمَكِيَّةِ لِلْجُؤْمِ بِالْعَيْنِ السَّجْدَةِ. لَمْ اسْتُخْدَمِ التِّلِسْكُوتُ لِلْمَرَّةِ الْأُولَى فِي الْقَرْنِ السَّابِعِ عَشَرَ، وَظَلَّ عَلَى نَعْدَى السِّنِّينِ أَدَاةَ الْفَلَكَئِيِّينَ الْأَساسِيَّةِ، وَالْيَوْمَ يُسْتَعْمَلُ بِالسَّكُونِيَّاتِ الْمُحافَةِ الْفَلَدَةِ وَالْشَوَالِي وَالْشَوَالِي الْقَضَائِيَّةِ، عَلَى أَخْطَائِها، لِتَجْمَعِ الْمَعْلُومَاتِ عَنِ الْفَضاءِ، وَمِنْ لَمْ يَسْتَعْمِدْ الْعِلْماءُ مُعَدَّاتٍ مُتَطَوِّرةً مُعَدَّةً لِإِمْراسَةِ الْمَعْلُومَاتِ السَّكُونِيَّةِ.



لَمزيد من المعلومات فُطِر

السُّؤْمُ مِنْ ٢٧٨
التَّكُونِيَّاتِ (الْأَجْرامِ) مِنْ ٢٨٢
النَّظَامُ الْكُؤْنِيَّاتِ مِنْ ٢٨٣
السُّؤْمُ مِنْ ٢٨٤
التِّلِسْكُوتِ عَلَى الْأَرْضِ مِنْ ٢٩٧
التِّلِسْكُوتِ فِي الْفَضاءِ مِنْ ٢٩٨
السُّؤْمُ الْفَضاءِيَّةِ مِنْ ٣٠١

مُزجِد الْمَلِيَّا فِي مَكْسِيكُو
يَرْجِعُ عَمَلُهُ إِلَى الْقَرْنِ
الْأَوَّلِ الْبَنِيَّاتِيَّةِ



عِلْمُ الْفَلَكِ الْقَدِيمِ

اِعتَمَدَتِ الْمَحْفُورَاتُ الْعَالَمِيَّةُ الْقَدِيمَةُ فِي تَقْوِيمِها عَلَى حَرَكَةِ الْأَجْرامِ فِي الْفَضاءِ، فَاسْتَعْمِدَتِ شَواعِجَ الشَّمْسِ وَالْقَمَرِ فِي قِياسِ الزَّمَنِ - بِالْأَيَّامِ وَالشُّهُورِ وَالْفُصولِ وَالسِّنِّينَ - كَمَا اسْتَعْمِدَتِ الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ وَالشُّهُورُ تَعَالِمَ جِدَائِيٍّ فِي الشَّمْرِ وَالْيَلَّاسَةِ بَرًا وَبَحْرًا. وَلَمَّا كَانَ إِدْرَاكُ طَبِيعَةِ تِلْكَ الْأَجْرامِ وَتَحَرُّكِها مُعْجِزًا عَظِيمًا، بَعْضُ الطَّارِقِ الْفَلَكَئِيِّ أحيانًا يَدْعُو شُؤْمَ.



أَهْدافُ جَدِيدَةٍ طُمُوحَةٍ

خِلالَ الْقَرْنِ الثَّامِنِ عَشَرَ تَغَيَّرَتِ أَهْدافُ عِلْمِ الْفَلَكِ، فَتَحَرَّوْا أَهْياءَ الْفَلَكَئِيِّينَ مِنْ فَهْرَسَةِ الشُّؤْمِ وَتَحْدِيدِ مَوَاقِعِها وَحَرَكَاتِها إِلَى دِراسَةِ ماهِيَّةِ الْأَجْرامِ الْفَلَكَئِيَّةِ وَطَبِيعَتِها (عِلْمُ الْفَزِيَاءِ الْفَلَكَئِيَّةِ)، لَقِيَ السَّيِّيَّاتُ مِنَ الْقَرْنِ الثَّامِنِ عَشَرَ، حُلَّيْلَ الْفَلَكَئِيِّ الرِّيطَانِيِّ، وَلِئِمَّ هِجْزُهُ أَصْواءَ الشُّؤْمِ (الْأَطْيافِ) وَسُرْعانَ ما تُحَرِّسُ الْفَلَكَئِيُّونَ جُؤْمَها فِي مُنَافَعَةِ هَذَا الْعَمَلِ، فَضَتُّوا الشُّؤْمَ نَبْغًا لِأَطْيافِها.

يُوهانس كِپْلَر

الْفَلَكَئِيُّ الدَانِمَارِكِيُّ، تِيكُو بَرَاهِي (١٥٧١-١٦٣٠)، قَضَى سَواءَ عَدِيدَةٍ فِي فَهْرَسَةِ الشُّؤْمِ وَالْكَواكِبِ وَتَحْدِيدِ مَوَاقِعِها بِدَقِّقَةٍ فَاطِنَةٍ، فَمَكَّنَتْ أَوْسَادَهُ الدَّقِيقَةَ لِلْكَواكِبِ مُساعِدَهُ يُوهانس كِپْلَر (١٥٧١-١٦٣٠) مِنَ التَّوَسُّلِ إِلَى قَوَائِمِ الْفَلَكَئِيَّةِ الثَّلَاثَةِ الشُّهُمَةِ فِي كُتُبِ طَبِيعَةِ حَرَكَاتِها وَقَوَائِمِ الْأَوَّلِ بِصَفِّ أَشْكالِ مَدَارِابِ الْكَواكِبِ، وَقَوَائِمِ الثَّانِي بِتَحْدِيدِ سُرْعَةِ الْكَواكِبِ فِي مَدَارِابِها، وَقَوَائِمِ الثَّالثِ بِتَبْيِيْنِ عِلَاقَةِ الْمَدَارِابِ الْكَواكِبِيَّةِ الْمُخْتَلِفَةِ بَعْضِها بِبَعْضٍ.



يَسْتَعْمِدُ الْفَلَكَئِيُّونَ الْحَاضِرُونَ الْحَاسِبِيَّاتِ فِي تَحْدِيدِ الشُّؤْمِ وَتَحْدِيدِ الْمَدَارِابِ وَتَحْدِيدِ الْمَقَرَّاتِ الْفَلَكَئِيَّةِ كَالْتِّلِسْكُوتِ وَالْمَدَارِابِ وَالْمَدَارِابِ الْفَلَكَئِيَّةِ.

عِلْمُ الْفَلَكِ الْحَدِيثِ

ما إِذْ تَوَسَّلَ الْفَلَكَئِيُّونَ إِلَى إِمْراسَةِ الْأَجْرامِ عَنِ بَعْضِ تَسْاؤُلَاتِهم، حَتَّى تَكُنْ مُخْلِطًا تَسْاؤُلَاتٍ جَدِيدَةٍ، فَمِنْ السَّئَلِ: هَلْ الْأَنْ مِثْلًا أَنْ بَدَأَتْ التَّكُونُ تَحْتَ بِالْإِنْجِازِ الْعَلِيمِ؟ لَكِنْ كَيْفَ تَحْتَلَّتْ مَرادُ ذَلِكَ الْأَجْرامِ مَعًا لِيَكُونَ الشُّهُورَاتِ؟ يَسْتَطِيعُ الْعِلْماءُ الْيَوْمَ مُعَالَجَةِ أَهْياءَ هَذِهِ السَّئَلِ سُرْعَةً أَكْثَرَ بِرِواسَةِ الْحَاسِبِ - هَذِهِ، لَعَلَّ السَّئَلِ الرِّياسِيَّةَ الْمَعْلُومَةِ، لَكِنْ كَيْفَ تَسْتَعْرِقُ أَسابيعَ مِنْ مِثْلِ سَنَةٍ فِي مُعْصِرِ شُؤْمِها، كَمَا تَكُنْ الْحَاسِبِ الْفَلَكَئِيِّ، خِلالَ الْعَالَمِ، مِنَ الْتَوَسُّلِ مَعًا لِتُضَافَرَ جُؤْمَها فِي قِيَمَةِ الْكُؤْنِ.

التليسكوبات على الأرض

ملف: ١٩٩٠



قَبْلَ اختراع التليسكوب (الجُفْرَاب)، كانت الوسيلة الوحيدة لِرَصد الكَوْن هي العَيْن المُجَرَّدة. ومنذُ استخدَم غاليليو التليسكوب لِلمرَّة الأولى لِرَصد الأَفلاك عام ١٦٠٩، أخذَ الفلكيُّون يُجِدُّونَ أَيْضاًهم أَيْعَدَ فأَبْعَدَ في أَرْجاءِ الفَضاء؛ فاستطاعوا رَؤية تفاصيلٍ دَقِيقَةٍ من سطوح الكواكب ومُشاهدة الكثير من النُجوم التي لم تكن تُرى فيما مَضَى. وقد استخدَمَت التليسكوباتُ الأولى غَدَسَاتٍ تُشَجِّعُ ضوئَ النُجوم فَعَرَفَتْ بالتليسكوبات الكاسِيرة. أمَّا التي تستخدمُ المرايا بِدَلِّ الغَدَسَات فتُسَمَّى التليسكوبات العاكِسة. ولِلتليسكوبات الحديثة مُلْحَقَاتٌ تُمَكِّنُها من أخذ القياسات وتحليل ضوئِ النُجوم. ولا يَزَالُ التليسكوتُ الصَّديقُ المُفضَّلُ عِندَ الفلكيِّين.

الصُّورُ التليسكوبية

بدأ التقاط الصُّور من الفضاء فوئوجرافياً (الصُّور المُتَّخَذَةُ مثلاً) منذُ أوائلِ عَهدِ الصُّورِ الفوئوجرافي. واليوم، يَنتَظِفُ الفلكيُّون الصُّور من جِلالِ التليسكوبات، فتُشَكِّلُ الصُّورة على رَقيقَةٍ إلكترونية أو لَوَاحِ فوئوجرافية. وقد تُستخدَمُ الحواسِبُ في إِيْرانِ تفاصيلها.

المُراصد

تَطلُبُ التليسكوباتُ تَباينَ مُناسبةٍ تُدعى مُراصد. وتُقامُ هذه المُراصدُ عَادَةً على قِمَمِ الجِبال، حيثُ يَتَنَسَّي لِلتليسكوب الحُصولُ على السَطْحِ الأَفْضَلِ لِلفضاء - بعيداً عن أضواءِ السُّدُنِ ومُتْجاوِزاً الكثير من التأثيرات المُعْيقَةِ في جَوِّ الأرض.

تُؤوِّدُ في سَماهِ السُّدُنِ العاكِساتُ السَّحْمُ لِلتليسكوب أَرِسِسُو الراديو.



التليسكوبات الراديوية

لَتَجْعُ الأمواجُ الأَسَلَكِيَّةُ من الفضاء، يَستخدِمُ الفلكيُّونُ تليسكوباتٍ راديوية، يُعَدُّ كَاتِلِيسكوباتِ البَصَرِ (التي تُجَمِّعُ الضَّوءَ) - فَوْجَةً طَيفَ نَحوِ الفضاء لِتَجميعِ الأمواجِ وَتَبييرِها. ولَمَّا كانت الأمواجُ الأَسَلَكِيَّةُ أطولَ أمواجٍ من الضَّوءِ، وَجِبَ أن يكونَ التليسكوتُ الأَسَلَكِيُّ أَكْثَرَ بَكمٍ من التليسكوبِ البَصَرِيِّ لِتَجميعِ كَمِّهِ المَعلومَاتِ دَها. ويَوجدُ التليسكوتُ ذو الطيفِ الأحاديِّ الأَكْثَرُ في العالمِ في أَرِسِسُو، يُوْرُونو، يَكو. وقد أُنْصِفَ طَيفُهُ البَالِغُ طَوْرَهُ ٣٠٥ أَسْماءَ فَرَقِ نَحوِيَّهِ طَيفِيٍّ في الأَدْغَالِ. فَفي أَثناءِ دَوْرانِ الأرضِ بِوَاسِطَةِ الطيفِ أَسْماءاً مُتَبايِنَةً من الأَسْماءِ

لَمزيد من المَعلوماتِ انظُرْ

- الانكسار ص ١٩٤
- الغَدَسَاتُ ص ١٩٧
- الأَلاتُ البَصَرِيَّةُ ص ١٩٨
- التليسكوباتُ في الفضاء ص ٢٩٨

في قَارِبِ مُخِلْفَةٍ!

في نيو مكسيكو، يُستخدَمُ
المُراقِبُ الراديويُّ الكبير المُتَّخَذُ الأَشْجَرِ
صَفيحةً من ٢٧ طَيفاً طَوْرَ الوَاجِدِ مَها ٢٥ مترًا.



ملف: عَرِيسَةُ سِيَرُو تُولُولُو
(الغَدَسَاتُ أَمْرِيكَا) على
سَلسَلَةِ جِبالِ الأَنْدِيز.

التليسكوباتُ صَفيحةً
جَداً وَهاجَظَةً التَّكَلُّفِ
يُحْدِثُ تَناوُفًا عَظِيمًا
أَوَّلِيَّ في بَنا، وَهَما
مَها وَاسْتِغْداد.

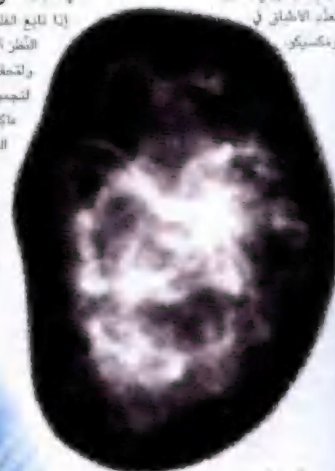
مُشَوَّرَةٌ بِالرَّادِيوِ لِتَجميعِ
القَاريَطانِ المُتَّخَذِ بِوَاسِطَةِ
القَارِبِ الراديويِّ الكبير
لِلتَّعَدُّدِ الأَشْجَرِ في
نِيو مكسيكو.

الإِطْلَاقُ على المَاضِي المُتَّخَذِ

إِنَّا نَتابعُ الفلكيُّونَ وَهَما الأَجْرامَ البَعيدَةَ أَكْثَرَ فَانْكَرُ، فَهَما يَستَظْهِرونَ السُّطْحَ البَعيدَ قَائِمَةً في المَاضِي المُتَّخَذِ - وَهُما نَحوِيَّةِ الكَوْنِ دَها. وَلِتَتحقيقِ ذلكِ يَحتاجونَ إلى تليسكوباتٍ ذاتِ مَرايا كَثيرَةٍ جَداً لِتَجميعِ الضَّوءِ. وَيُضَمُّ عَرِيسَةُ سِيَرُو تُولُولُو في الضَفيَّةِ تَليسكوتَا مَراكِيزَها ١٠ أَسْماءَ. وَلَمَّا كانَ من المُشْغَلِ مُشْغَلٌ جَراةً لَكم (لِأَنِّ الرُّجُوعَ يَستَمرُّ)، فَهَما طَوْرَتِ بَعضَ التليسكوباتِ المُتَّخَذَةِ المَرايا. وَهَما تُستخدَمُ عَموماً من المَرايا الصَغيرة المُتَّخَذَةِ بِحَيْثُ تُعَادِلُ قُدْرَتُها، على تَجميعِ الضَّوءِ، قُدْرَةَ مَراةٍ صَفيحةً جَداً.

تَليسكوباتُ تَعملُ مَها

يُمكنُ صَعمُ عَدةٍ تَليسكوباتٍ صَغيرةٍ لِتَعملَ مَها تَليسكوبِ سَحْمٍ. وَهَما حَاسِبَاتُ بِصَمِّ المَعارِفاتِ التي يَنتَظِفُها كُلُّ حَظٍّ. وَهَما هَذهِ المُتَّخَذَةُ بِصَمِّ القياسِ بِالنَّاحِيَةِ البَصَرِيَّةِ. وَهَما اسْتُخدِمَتِ لِلمرَّةِ الأولى في السَّبعِثِ من القَرنِ العَشرِينِ وَجَديراً بِالَّذِي أَكْثَرَ تَليسكوبِ راديويٍّ (الأسَلَكِي) من هَما السَطْحُ يُستخدَمُ أَطَافاً مُتَّخَذَةً



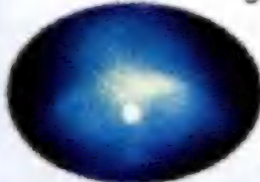
ضُوءٌ بِالرَّادِيوِ

اكتُشِفَتِ أمواجُ الفضاءِ الراديوية «الأسَلَكِيَّةُ» أَوَّلًا (الضَّوءُ هَما «الأسَلَكِيَّةُ») عام ١٩٣١. لَئِنْ إِيْمانَةُ التليسكوباتِ الراديوية «الأسَلَكِيَّةُ» وَاسْتِغْدادُها لَأَخرًا حَتَّى أَوَّلِ القَرنِ النَّالِي. في هَذهِ التَليسكوباتِ تُنْزَلُ الأمواجُ الراديويةُ إلى إِشْراقاتٍ كَهرمَانيَّةٍ يُستَخدَمُها لِتَبايِنِ ضُوءِ مَها.

التليسكوبات في الفضاء

يُحِبُّ جَوَّ الأرض العديد من الإشعاعات، فبقينا منها كما نقي النظارات الشمسية أعيننا. وهذا الجو يُبْرِضُ الضوء، لكن الضوء أيضا يتأثر به - فتبدو الصور غَيَّمةً والنجوم لالائقة، وهي في الواقع مُطَرَّدة السطوع. لذا أخذ الفلكيون منذ مُتَّصِف القرن العشرين يبعثون التليسكوبات إلى الفضاء للحصول على صور ومشاهد أفضل للأفلاك من حولنا. كما إن التليسكوبات في الفضاء تلتقط مشاهد للكون لا يمكنُ مشاهدتها من الأرض. وتعمل هذه التليسكوبات ليل نهار - تسجل المعلومات وترسلها إلى

الأرض لتحلل وتُدرس. ثم إن التليسكوبات تمكننا من تفحص الفضاء بأجهزة حساسة لمختلف الأشعة السينية منها وفوق البنفسجية والأشعة دون الحمراء.



صورة لنديم
الشرطان
بالأشعة السينية
(الضوء المرئي)



المحاولات الأولى

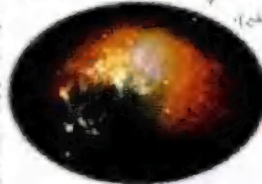
خلال الثلاثينات والأربعينات من القرن العشرين كانت الساعات إحدى الراسات القليلة لتحلل الأجسام العظمى إلى الفضاء. وكانت الصور أبيض الحبار الآخر. وهي، متى خلقت إلى ارتفاع كافٍ، جُثَّت لها حلال دقات دقيقة تسجل مشاهد للكون للشمس مثلا بالأشعة السينية. قبل سقوطها عائدة إلى الأرض.

ينقسم جو الأرض إلى طبقات مختلفة هي الغلاف السفلي (التروبوسفير)، والغلاف الطبقي (الستراتوسفير)، والغلاف المتوسط (الميزوسفير)، والغلاف الحراري (الثيرموسفير)، وتحيط بالأشعة المختلفة إشعاعات مختلفة. يشد الغلاف الحراري البنية جاما ذات الأطوال الموجية القصيرة.

الأشعة السينية
الأشعة فوق البنفسجية

صورة لنديم
الشرطان
بالأشعة فوق البنفسجية

صورة لنديم الشرطان بالأشعة دون الحمراء



صور بالأشعة دون الحمراء

إن بعض الأشعة دون الحمراء تعكس من الفضاء الخارجي، لكنها تتداخل مع الأشعة دون الحمراء التي تبعثها الأرض نفسها. لذا، يُفضل الفلكيون وضع تليسكوبات الأشعة دون الحمراء في الفضاء - حيث يستطيعونها كشف المصادر الحرارية التي لا يكتفها التليسكوبات الأرضية.

طبقة الغلاف الحراري للفضاء

الإشعاع

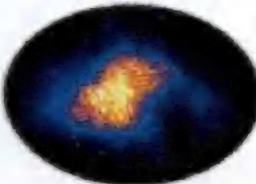
أمواج الضوء هي إحدى أنواع الإشعاعات العديدة التي تبعثها الأجرام الفضاوية. والأنواع الأخرى ذات أطوال موجية مختلفة فالأمواج الراديوية، مثلا، ذات طول موجي يقوى طول أمواج الضوء، بينما الأطوال الموجية للأشعة السينية أقصر. وليس ثل هذه الإشعاعات قادرة على اختراق جو الأرض بلوغ سطحها - فمعظم الضوء وبعض الأشعة دون الحمراء قادرة على ذلك، أما أشعة جاما، فلا لا تستطيع اختراق جو الأرض، فعليه إرسال مُعداتهم إلى الفضاء الخارجي لذلك.

الغلاف الطبقي السفلي
الغلاف الطبقي السفلي

طبقة الغلاف المتوسط للفضاء
يشع الغلاف الحراري الإشعاع الأمواج تحت الحمراء، لكن قلة منها تخترق الجو إلى الأرض حيث التليسكوبات الكبيرة جاهرة لتجميعها. تسمى أنواع الضوء إلى الأرض، لكن سيراها غير الخفى يُؤثر فيها.

صور بالأشعة السينية

من اكتشاف الأشعة السينية الفضاوية للكون الأولى، عام ١٩٤٨، وانتهى بتفحص الكون كما كانت تلك الأشعة - إذ يتغير الأشعة السينية بين التبع العمياء أو المناطق النشطة للغاية في الفضاء، كما تساعدنا أيضا في مشاهدة أجرام، كالنيسارات، تدور بدورها حافة



صور بالأشعة فوق البنفسجية

غالبية الأشعة فوق البنفسجية يمتصها جو الأرض (والغلاف منها يتخترق فيكت أجساما شديدة الحرارة للشمس، وقد أطلقت سواها لتتبع الأمواج فوق البنفسجية للكون الأولى في السبعينات من القرن العشرين. ولا يزال الساتل العائم التلسكوب للأشعة فوق البنفسجية يستعمل منذ إطلاقه عام ١٩٧٨.

يستخدم تلسكوب هبل مرآة لتجميع الضوء والأشعة فوق البنفسجية من الفضاء، وتلتقطها

حاسوت الشاتل ينقل إلى التلسكوب وينقل المعلومات من الأرض والفضاء.

تلسكوب هبل

أطلق تلسكوب هبل الفضائي في نيسان (أبريل) عام ١٩٩٠، وهو يدور حول الأرض على علو ٥٥٠ كم.

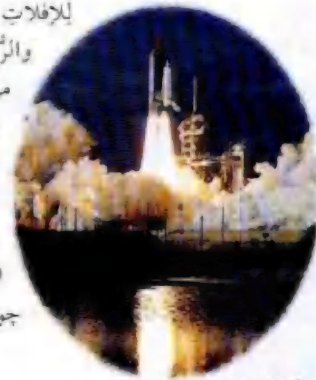
ويجمع من موقعه شورا من ملايين النجوم شبح للكلكتير قووة الانفلاخ من تكون الكون الفنى بعد الانفجار العظيم ويقوم على صيانة هذا التلسكوب في الفضاء دوريا وذلك من المشوكات الفضائية

لمزيد من المعلومات انظر

- التلفزيون الفضائي من ١٩٦٢
- الأشعة السينية من ١٩٨٨
- الفضاء من ٢٤٨
- التليسكوبات على الأرض من ٢٩٧
- التقارير من ٢٩٩
- الانفجار (الصناعية) من ٣٠٠

الصَّوَارِيخ

للإفلات من جاذبية الأرض لا بُدَّ من الانفلات في صاروخ. لذا تُستخدَم الصَّوَارِيخُ في دَسْرِ السَّوَاتِلِ والرُّوَادِ إلى الفضاء، وبدونها كانت نَظَرُ مَعْلُومَاتِنَا عن مُحِيطِ أَرْضِنَا قَلِيلَةً، وَلَا كُنَّا نَعْمَعُ بِالكَثِيرِ من الفوائد التي أُنَاتِحَتْ لَنَا تِلْكَ السَّوَاتِلُ. تُولَّدُ الصَّوَارِيخُ قُوَّةَ دَسْرِ تَدْفَعُهَا صُعدًا بِخَرْقِ الرُّقُودِ. والواقعُ أَنَّ الوُقُودَ يَشْغُلُ مُعْظَمَ حَجْمِ الصَّارُوخِ - فحُمُولُهُ (من الرُّوَادِ والآلات) لَا تَشْغُلُ بِالمَقَارَنَةِ إِلَّا جُزْءًا صَغِيرًا من حَجْمِهِ. في العام ١٩٥٣، عَرَضَ الأستاذُ الرُّوسِيّ، مُسْتَطْعِنُ تَسْبِيكُو فُسْكِ، الأفكارَ العِلْمِيَّةَ الأُولَى حَوْلَ الدَّفْعِ الصَّارُوخِيّ. لَكِنَّ مَشَارِيعَ رِيَادَةِ الفضاءِ لَمْ تَتَبَلَّوْزْ إِلَّا فِي العام ١٩٢٦، عِنْدَمَا أَطْلَقَ المُهَنْدِسُ الأَمْرِيكِي، رُوبَرْتُ جُودَارْدُ أَوَّلَ صَارُوخٍ يَعْمَلُ بِالْوُقُودِ السَّائِلِ.



مَوْقِعُ الانفلات

تُطْلَقُ الصَّوَارِيخُ من مراكز فضائية. يُلْقَى عِنْدَهَا حِوَالِي ١٥ مَرَّةً قُوَّةً جُودَ العالم. يحوي كُلُّ مَرَكَبٍ فضاءيٍّ أَهْلًا بِقِيَّةٍ وَلِحْكِيَّةٍ، وَيَعْتَصِفُ (يُطْلَقُ) عِنْدَ أَنْهَاءِ كُلِّ التَّحْصِيَّاتِ، يُقَامُ الصَّارُوخُ عَلَى السَّيْفَةِ جَاهِزًا لِلانْفِلَاتِ. وَقَلْبُهُ أَقْرَبُ مَوْقِعِ الانفلاتِ من حِدِّ الاستِراءِ. إِذْ هَاتِهِ التَّسَاعُودَةُ الَّتِي يَلْقَاهَا الصَّارُوخُ (الانْفِلَاتُ) نَتِيجَةُ لِيَدْرِمِ الأَرْضَ (حَيْثُ هُوَ الآن) هَاكِ.

قُورُشُخُود

يُسَمَّى الصَّارُوخُ الرُّوسِيّ قُورُشُخُودَ لِخَلْقِ أَكْثَرِ من رَاكِبٍ إِلَى الفضاءِ في رَحَلَةٍ. فِي العام ١٩٦٤، أَطْلَقَ ثَلَاثَةَ من الرُّوَادِ الرُّوسِ إِلَى الفضاءِ. وَفِي رَحَلَةِ قُورُشُخُودِ الفَضَائِيَّةِ الثَّانِيَةِ عام ١٩٦٥، حَقَّقَ رَاكِبُ الفضاءِ الرُّوسِيّ، أَلَكْسِي شُيُوفُوفُ سِتْلَةً فَلَا كَأَوَّلِ رَاكِبٍ يُعَاوِدُ بِالخُرُوجِ من كُنُكُوتِ

وَأَوَّلِ سَائِلَتَيْنِ ٢٠٠

الثَّلَاثِي المَرَحِلِ (السَّائِلَاتِ)

عَلَى ٢٧٠٠ طَنَ، فَاحْطَاغَ

إِلَى قُوَّةٍ تُشْبِهُ هَامِلَتَ

لِيَتَبَلَّغَ مِنَ الأَرْضِ، وَقَدْ

تَوَلَّوَتْ تِلْكَ القُوَّةُ من حِمَاةِ

شُعْرَكَاتٍ فِي المَرَحِلَةِ (السَّيْفَةِ) أَوْ

الْحَاوِيَةِ (السَّيْفِ). وَجَلَّالَ مَنَاقِبُ تَوَلَّفَ الإِحْرَاقُ فِي هَذِهِ

الْمَرَحِلَةِ فَسَقَطَتْ عَائِدَةً إِلَى الأَرْضِ.



سائرون ٥٥
يُسَمَّى صَارُوخُ سَائِرُونِ ٥٥ قَائِلُ الضَّخَامَةِ وَالْقُوَّةِ لِإِسْلَامِ مَرَكِبَةٍ أُهَوِّتُ بِرُوَادِهَا إِلَى القَمَرِ. فَكَانَ عَلَيْهِ لَيْسَ قَطْعُ الوَصُولِ إِلَى القَمَرِ، بَلِ التَّهَيُّؤُةُ بِأَمَانٍ عَلَى سَطْحِهِ، ثُمَّ الانفلاتُ مُجَدَّدًا لِلْعُودَةِ إِلَى الأَرْضِ. وَتَتَبَلَّغُ رَحَلَةُ تَهْيِئَةِ مَقَادِيرِهَا مِثْلَةً مِنَ الوُقُودِ - عَلِمْنَا أَنَّ الصَّوَارِيخَ لَا تَحْمِلُ وَقُودَهَا فِي خِلَافٍ وَاحِدٍ، بَلِ فِي عِدَّةِ حَاوِيَّاتٍ طَبَاقِيَّةٍ تُدْعَى مَرَاحِلَ. فَمَا إِذْ تُفْرَغُ حَاوِيَّةُ التَّحْمِلِ حَتَّى تَسْقُطَ لِغَلْبِ الجُثْلِ، وَتَبْدَأُ مَحْرَكَاتُ المَرَحِلَةِ الثَّانِيَةِ.

يَتَأَلَّفُ وَقُودُ الصَّارُوخِ عِدَّةً من سَائِلَتَيْنِ - يَتَلَقَّانِ اسْتِغْلَالَ عِنْدَ خُرُوجِهِمَا وَتَتَجَسَّسُ غَارَاتُ العَامِدِ إِلَى الخَارِجِ غَيْرَ مُطَابِقَةٍ من قُوَّةِ الصَّارُوخِ، فَيَنْدَفِعُ الصَّارُوخُ قُوَّةً بِقُوَّةٍ وَدَ الْعَقْلِ.

أزيان
تُستخدَمُ وَكَأَنَّ الفضاءِ الأوروپِيَّةِ سَيْسَةً من الصَّوَارِيخِ تُدْعَى أَزْيَانُ لِإِفْلَاتِ سَوَاتِلِهَا. فَرُوضُهَا الحُمُولَةُ - السَّائِلَةُ - فِي التَّحْمِيلَةِ كَمَا هِيَ الْحَالُ فِي جَمِيعِ صَوَارِيخِ الفضاءِ. وَقَلْبُهُ إِذْ هَاتِهِ سَعَامَةُ أَزْيَانِ، إِذْ هَاتِهِ مَكَانُهُ سَائِلَتَا أَصْغَرِهَا وَتَلْغُلُ وَيُوقِدُ الدَّفْعَ الإِصْغَارِيَّ التَّلَامُ بِخَرْقِ صَوَارِيخٍ مُعَزَّوَةٍ إِصْغَارِيَّةٍ حَوْلَ المَرَحِلَةِ الأُولَى.



مَزِيدُ مِنَ المَعْلُومَاتِ انْظُرْ
الجاذبية ص ١٢٢
القمر ص ٢٨٨
التَّحْكِيمَاتُ فِي الفضاءِ ص ٢٩٨
السَّوَاتِلُ ص ٣٠٠
السَّوَابِغُ الفَضَائِيَّةُ ص ٣٠١
الإنسان فِي الفضاءِ ص ٣٠٢

طَائِرَةُ فَضَائِيَّة

التَّشَكُّلَةُ فِي الصَّوَارِيخِ المُتَعَدِّدَةِ المَرَاحِلِ أَلْهَا تَشَكُّلَهُمْ لِمَرَّةٍ وَاحِدَةٍ قَطْرَ. فَعِنْدَمَا تَسَاقَطُ مَرَاحِلُهَا تَحْبِرُ فِي جَوِّ الأَرْضِ وَتَقْدِرُ - لَدَا يُجَاهِلُ الْعِلْمَاءُ - فِي كِلْدَانٍ كَثِيرَةٍ تَطْوِيرُ «طَائِرَةِ فَضَائِيَّةٍ» تُسَمَّى تَكَرَّارًا - تُطْلَعُ أَلْفِيَّةً - مُستخدِمةً الهَوَاءَ تُخْرِقُ وَقُودَهَا (تُطْلَعُهَا العَادَةُ) وَهِيَ فِي جَوِّ الأَرْضِ - ثُمَّ فِي الفضاءِ، حَيْثُ يَعْمِدُ الهَوَاءُ، تَحْبِرُ مِنْ بَيْنَا من الهَيْرُوجِينِ السَّائِلِ وَالْأَكْسِجِينِ (كَالصَّارُوخِ).

سُرْعَةُ الانفلات

إِذَا زِدْتِ كَرَّةً فِي الهَوَاءِ، فَإِنَّ جاذبِيَّةَ الأرضِ مُتَبَلِّغَتُهَا تَدْرِيجِيًّا حَتَّى تَسْقُطَ عَائِدَةً إِلَى الأرضِ، لَكِنَّ لَوْ نَسْتَطِيعُ قُوَّةً بِسُرْعَةٍ تَبْلُغُ ٥٠٠٠ كم/س.ه. فَإِنَّ سُرْعَتَهَا - رُغْمَ نَبْطَةِ الجاذبِيَّةِ، تَقِلُّ كَافِيَةً لِيَتَبَلَّغَ إِلَى الفضاءِ بَعِيدًا عَنِ مُتَنَازِلِ جاذبِيَّةِ الأرضِ. هَذِهِ السَّرْعَةُ تُدْعَى سُرْعَةُ الانفلاتِ من جاذبِيَّةِ الأرضِ ١. وَعَلَى الصَّوَارِيخِ المُصَنَّعَةِ لِلانْفِلَاتِ من جاذبِيَّةِ الأرضِ بُلُوغُ هَذِهِ السَّرْعَةِ كَمُخَدَّ أَدْنَى.



القُوَّةُ الَّتِي يَتَبَلَّغُ بِهَا الصَّارُوخُ بَعِيدًا عَنِ الأرضِ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ أَكْبَرَ من قُوَّةِ الجاذبِيَّةِ الَّتِي تُشَدُّ لِحُودِهَا

السَّوَاتِلُ (الأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّة)



المدار الاستراتيجي، الساتل المستخدم لقياس مجال الأرض المغناطيسي والكهربائي وتستخدم مثل هذا المدار لتسجيل القياسات على أبعاد مختلفة من الأرض.



إصلاح السَّوَاتِلِ

مادة لم تُحلَّ تُحلَّلُ لما على الساتل في مداره؟
الحوائج يتلخَّص في أنَّ إصلاحه مُمكن. فإذا كان المُطلَق سبيلًا قام الرُّوادُ بإصلاحه في الفضاء. أمَّا إذا كان المُطلَق أساسيًّا، فَمِمَّا السَّاتِلُ إلى الأرض حيث يُصلَح ويُعاد إطلاقه. في تشرين الثاني (نوفمبر) عام ١٩٨٤، استعادت طاقم المكوك الفضائي، ديسكفري، ساتل اتصالات يُعاد استخدامه إلى الأرض.

المدارات

يتوقَّع مسارُ الساتل حوْل الأرض على المُهمَّة المُطلَقة به. فالمدار الأرضي الاستراتيجي، مثلاً، يرتفع ٣٥٨٨٠ كم فوق خط الاستواء. والسَّوَاتِلُ في هذا المدار تُكمل دورة واحدة حوْل الأرض في الوقت ذاته الذي تُكمل فيه الأرض دورة واحدة حوْل محورها. وهكذا يظلُّ الساتل مُستقرًّا فوق النقطة ذاتها على الأرض؛ وهذا ضروريٌّ للسَّوَاتِلِ التلفزيونية.

المُستكشف فوق

البُتْسَجِي السَّوَاتِلِ

ساتل فلكي أُطلق عام ١٩٧٨ لدراسة الانبعاثات فوق البنفسجية الآتية من النجوم والشمس في الفضاء. وكان يُوقَّع له أن يستمر ثلاث سنوات فقط، لكنّه ما زالَ دافعاً يعمل حتى اليوم. ويُستعملُ إرسان الشجرة منه إلى إحدى المُختلِّين الألفنتين اللذين تُراقبان (الأولى في أمريكا والثانية في إسبانيا) شاملي دقائق.

طبق استقبال ساتلي

ما إنَّ يبلُغ الساتل الفلكي مداره حتى يبدأ عمله. فتُستقبلُ المعلومات وتعالجها لأشكال القلماء. وتُجنَّع الاشارات التي يُثبِّها الساتل بواسطة أطباق على الأرض لتُستقبل. أطباق السواتل التلفزيونية، لُحَّتْها أكثرَ كثيرًا.



سَيُونِيك

وُضِعَ روسيا أول قمر صناعي في مدار حوْل الأرض في تشرين الأول (أكتوبر) عام ١٩٥٧. فاستُكشف حوْل الأرض خلال فترة دورانه القصيرة في الفضاء. ولم يُمْضِ شَهرٌ واحدٌ حتَّى أُطلق سَيُونِيك ١، وكان على مُنبه الكلبة لايتكا - أول كاتبة حي بُرِّز في الفضاء.

لزيد من المعلومات انظر

- الاتصالات المأدبة ص ١٦٢
- الانعكاس ص ١٩٤
- رُشدُ الطقس ص ٢٧٢
- التشكُّبات في الفضاء ص ٢٤٨
- الشواريح ص ٢٩٩
- السَّوَاتِلِ الصَّنَاعِيَّة ص ٣٠١

السَّوَابِرُ الْفَضَائِيَّةُ

السَّوَابِرُ الْفَضَائِيَّةُ مَرَكِبَاتٌ غَيْرُ مَاهُولَةٍ تُرْسَلُ إِلَى الْفَضَاءِ (كَالْمُرَاسِلِينَ الْجَوَالِينَ) لِنَتَقَضَى نِظَامَنَا الشَّمْسِيَّ وَتَبَعَتْ بِتَقَارِيرِهَا إِلَى الْأَرْضِ. وَلَقَدْ حَقَّقَتْ هَذِهِ السَّوَابِرُ عِدَّةَ اكْتِشَافَاتٍ مُهِمَّةٍ، مَا كَانَ يُمَكِّنُ تَحْقِيقَهَا مِنَ الْأَرْضِ. وَالسَّوَابِرُ الْفَضَائِيَّةُ هِيَ رِبَاطَاتٌ قَائِقَةُ الدَّقَّةِ وَالتَّعْقِيدِ تُطْلَقُ إِلَى الْفَضَاءِ فِي مَسَارٍ مُقَرَّرٍ سَلَفًا نَحْوَ هَدَفٍ مُعَيَّنٍ، كَكَوْكَبٍ مَثَلًا. وَعِنْدَ اقْتِرَابِ السَّابِرِ مِنَ الْكَوْكَبِ أَوْ الدَّوْرَانِ حَوْلَهُ، تَبْدَأُ الْأَجْهَزَةُ عَلَى مَنِيهِ اسْتِغْصَافَاتِهَا وَتُرْسِلُ النَّاتِجَ إِلَى الْأَرْضِ لِاسْتِخْلَافِهِ. بَعْضُ هَذِهِ الْبَيِّنَاتِ تُحْمَلُ صَوْرًا عَنْ قُرْبٍ لِعَوَالِمٍ نَائِيَةٍ. وَقَدْ زَارَتْ السَّوَابِرُ الْفَضَائِيَّةُ الْمُخْتَلِفَةُ الشَّمْسَ وَالْمُذَبِّبَاتِ وَالْكُوكِبَاتِ وَجَمِيعَ الْكُوكَبِ عِداً بِلُتُو.

نَظَامُ الْعِطُومَاتِ (مَعَالِيصُ شِدَّةِ الْفَجَائِلِ الْفَلْقِيَّةِ) عَلَى مَعْدَمٍ طَوْلُهُ ١١٦ مِ تَتَجَسَّدُ التَّخَالُفَ مِنَ الْأَجْهَزَةِ الرَّئِيسِيَّةِ

السَّابِرُ غَالِيلِيو

أُطْلِقَ السَّابِرُ الْفَضَائِيُّ غَالِيلِيو عَامَ ١٩٨٩. وَقَدْ بَلَغَ الشُّشْرِيُّ بَعْدَ سِتِّ سَنَاتٍ. لَكِنَّ الْجُزْءَ الْأَكْبَرَ مِنَ الْمَرْكَبَةِ - وَهُوَ الْقَرْبَةُ الْمَدَارِيَّةُ - نَسْتَعْرِضُ سِتِّينَ إِضَافِيَّةً تَبْدُؤُ حَوْلَ الْكَوْكَبِ وَأَقْعَارُهُ الرَّئِيسِيَّةِ. وَسُفِّرِلَ الْمَرْكَبَةُ سَابِرًا أَصْغَرَ إِلَى جُزْءِ الشُّشْرِيِّ لِحَصِيصِهِ عَنْ قُرْبٍ

يَبْدُو الْعَاكِسُ الَّذِي قُدْرَتُهُ ٥ أَمْتَارَ كَالْمِطْلَقَةِ، وَتُشْتَخَذُ لِلْأَسْمَالَةِ

تُرْسَلُ الْمَعْلُومَاتُ إِلَى مَحْطَاتِ الشَّتْحِ فِي إِسْپَانِيَا وَأُسْتَرَالِيَا وَكَانِيَا وَنِيَا، بِالْوِلَايَاتِ الْمُتَمَدَّةِ

هَذِهِ الصُّوْرَةُ الْأُورُوبِيَّةُ الْحَدِيدُ الصَّامِرُ الشُّشْرِيُّ، كَانَتْ مِنْ بَيْنِ الشُّشْرِيِّ الَّذِي رَسَلَهَا قُوبَايَجِرُ إِلَى الْأَرْضِ، وَفَدَ لَظْهَرَتْ تَفَاصِيلُ لَمْ تَشَافُ مِنْ قَبْلُ مُطْلَقًا

يُوجَدُ غُشْرَةُ أَجْهَزَةٍ عِلْمِيَّةٍ عَلَى سِتِّ الْعَرَبِيَّةِ الْمَدَارِيَّةِ وَسِتَّةَ أُخْرَى عَلَى السَّابِرِ

الشَّاهِدُ الْجَوَائِي سَيُشْتَخَذُ بِإِرَاشَتِنَا الْهَلُوطُ عَزْرُ غَيْرِ الشُّشْرِيِّ يَبْدُو

تَحْمَلُ الْمُنْطَلِقَةُ مَنَظُومَةُ الْكَامِيرَاتِ الَّتِي يُنْفِثُهَا أَنْ تَبْعُدَ أَوْضَحَ شَوْهَدَاتٍ لِلشُّشْرِيِّ حَتَّى جِهَةِ

قُرْبُ عَرَبِيَّةِ غَالِيلِيو الْمَدَارِيَّةِ ٢٢٢٢٢٢ كَيْ: يُولُفُ الْوَقُوفُ حَوْلَ نِصْفِ هَذَا الدَّوْرَانِ

سَيُجَرِي غَالِيلِيو تَجَارِبَ لَأَكْثَرِ مِنْ ١٠٠ عَالِمٍ فِي سِتَّةِ بِلَدَانٍ مُخْتَلَفَةٍ

سَابِرَا قُوبَايَجِر

أُطْلِقَ السَّابِرَانِ الْفَضَائِيَّانِ الْقُوبَايَجِرَانِ عَامَ ١٩٧٧ وَ ١٩٧٧ فِي مَهْمَةٍ مُشْتَعِدَّةٍ هِيَ اسْتِخْصَافُ الْمَرْيَدِ عَنْ طَبِيعَةِ الْكُوكَبِ الْعِلَاقَةِ الْغَائِيَّةِ الْأَرْبَعَةِ. وَقَدْ تَرَكَّ كِلَاهُمَا عَلَى مَقَرَّةٍ مِنْ تَمَّ نَائِجُ قُوبَايَجِرُ ٢٢٠ رَحَلَةً مُتَمَرِّقًا نَحْوَ أُرْدَانُوسَ وَيَتُون. وَكَانَ عَلَى قَتْنِ كُلِّ مَهْمَا ١١ جِهَازًا، مِنْ بَيْنَهَا كَامِيرَاتَانِ لِلتَّرْجُومَةِ

تَتَابَعُ الْعَرَبِيَّةُ الْمَدَارِيَّةُ مَسَازِيهَا حَوْلَ الْكَوْكَبِ

عَرَبِيَّةُ فَائِكِنْجِ الْمَدَارِيَّةِ وَعَرَبِيَّةُ الْهَلُوطِ تَتَمَصِّلَانِ

سَابِرَا فَايَكِنْجِ

تَسْلُطُ السَّوَابِرُ الْفَضَائِيَّةُ الدَّوْرَانِ حَوْلَ الْكَوْكَبِ، كَمَا تَسْلُطُ إِتْرَالُ عَرَبِيَّةُ مُبَوِّطٍ عَلَى شَتَجِهِ، فَتَقْلَلُ السَّيَّجَاتِ وَالسَّيَّجَاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْعَشْرِينَ أَطْلُقَ الْأَمْرِيكِيُّونَ وَالرُّوسُ، كِلَاهُمَا، سَوَابِرَ فَضَائِيَّةً دَارَتْ حَوْلَ الْبُرْجِ وَسَطَتْ عَلَيْهِ. وَقَدْ وَضَعَ السَّابِرَانِ فَايَكِنْجِ ٢١٠ وَ ٢٢٠ نِجَاحَ عَرَبِيَّةٍ مُبَوِّطٍ عَلَى الْبُرْجِ فِي شَهْرِي نَمُوزٍ وَأَبْلُولٍ مِنْ عَامِ ١٩٧٩. فَارْسَلْنَا كِلَاهُمَا إِلَى الْأَرْضِ مَا مَجْمُوعُهُ حَوْلَى ٣٠٠٠ صُورَةٍ. وَقَدْ أَجْرَتَا تَحَالِيلَ لِقَرِيَّةِ الْبُرْجِ وَسَجَلْنَا قِيَاسَاتِ الْأَحْوَالِ الْحَوِيَّةِ - كَمَا تَقْلُتْنَا اخْتِبَارًا إِمْكَانِيَّةَ وَجُودِ الْحَيَاةِ عَلَيْهِ

الصُّوْرُ

تَوَزَّ السَّوَابِرُ الْفَضَائِيَّةُ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ وَالْبَيِّنَاتِ مَا يَقْبِضُ الْعِلْمَاءُ فِي تَحْلِيلِهِ هَذِهِ سَنَاتٍ بَعْدَ انْتِهَاءِ مَهْمَةِ الْمَرْكَبَةِ الْفَضَائِيَّةِ. لَقَدْ اكْتَشَفَتْ السَّوَابِرُ الْفَضَائِيَّةُ أَقْعَارًا لِلْكَوكَبِ الْعِلَاقَةِ الْأَرْبَعَةِ جَنِبِيهَا، وَيُؤَكِّدُ الْعِلْمَاءُ أَنَّهُ لَا يَزَالُ مَتْلَاكُ أَقْعَارٍ أُخْرَى لَمْ تُكْتَشَفْ

قُوبَايَجِرُ ٢٠ قَارِبَ رُخْلٍ فِي نَوَفَمِبْرِ عَامِ ١٩٨٠

قُوبَايَجِرُ ٢٠ قَارِبَ رُخْلٍ فِي أَيْسَلَسُ عَامِ ١٩٨١

قُوبَايَجِرُ ٢٠ قَارِبَ أُرْدَانُوسَ فِي يَنَابِرِ عَامِ ١٩٨٦

قُوبَايَجِرُ ٢٠ قَارِبَ يَتُونِ فِي أَيْسَلَسُ عَامِ ١٩٨٨

لَمْرِيدِ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْمُنْظَرِ

الرُّبُوبَاتُ مِنَ ١٧٦
الطَّاقُ الشَّمْسِيُّ مِنَ ٢٨٣
الشَّمْسُ مِنَ ٢٨٤
الْثَلَاكُوتُ عَلَى الْأَرْضِ مِنَ ٢٩٧
الْثَلَاكُوتُ فِي الْفَضَاءِ ٢٩٨
السَّوَابِرُ (لِلْأَقْعَارِ الصَّنَاعِيَّةِ) مِنَ ٣٠٠

الإنسان في الفضاء

كان السُّفر عَبْرَ الفضاء حُلْمَ الإنسان على مَدَى قُرُونٍ حَلَّتْ، ولم يَصِبْ هذا الحُلْمُ واقعًا إِلَّا عامَ ١٩٦١ عندما انْطَلَقَ رائدُ الفضاء الروسي، يوري غاغارين، إلى الفضاء ودَارَ حَوْلَ الأرض، وتَوَالَى مُنْذَ ذَلِكَ انْطِلَاقُ العديد من الرجال والنساء إلى الفضاء بعضهم يقضي فيه بضعة أيام وبعضهم يَبْقَى عدَّةَ شهورٍ في كُلِّ مَرَّةٍ. لكنَّ بَقْلَ الفضاء بِشَّةٌ عِدَائِيَّةٌ حَظِيَّةٌ يَحْتَاجُ فيها الإنسان إلى بِرَّةٍ فضائيَّةٍ لِجَمَاعِيَّتِهِ ولِتَوْفِيرِ الهَوَاءِ لِتَنَفُّسِهِ. وإذا قُدِّرَ لِلإنسانِ أَنْ يعيشَ ويعمَلَ في الفضاء طويلاً وأن يَهَيِّظَ على المَرِيحِ في القَرْنِ الحادي والعشرين فينبغي لنا تَعَرُّفُ كُلِّ ما نَسْتَطِيعُهُ عَنِ الآثارِ التي تُخَلِّقُهَا أَسْفَارُ الفضاءِ الطويلةِ الأجلِّ.



المرأة في الفضاء

هيمنته الولايات المتحدة وما كان يُدعى الاتحاد السوفياتي على مُختلفة الشَّعْبَةِ وبِأَنَّهُ الفضاء خلالَ العُقدَيْنِ الأوَّليْنِ من عُصرِ استِكشافِ الفضاء. وفي العامَ ١٩٦٣، قاضَتْ أصبحت رائدةُ الفضاءِ الروسية، فالنتينا تيريشكوفا، أوَّلَ أنثى تُطَلِّقُ إلى الفضاء.

الرِّيُّ الفضائي

كان الرُّؤَادُ الأوَّلانِ يرتدون بِرَّةً فضائيَّةً واحدةً لِلرَّجُلِ. أمَّا اليومَ، فهم يرتدون ملابس تُخَلِّقُ بِاختلافٍ ما يَتَّخِذُونَ به من مُهَيِّمَاتٍ، فهناك بِرَّةٌ لِلشَّعْرِ ذَهَابِيَّةٌ وَبِأَنَّهُ إلى الفضاء، وملابسٌ عاديةٌ مُضَيَّعةٌ مُضَيَّعةٌ لِلارتداءِ عاجِلِ الحركةِ الفضائيَّةِ، وهي في مدارها. وإذا اضْطُرَّ الرائدُ لِلحِصَلِ خارجَ مركبته فهو يرتدي بِرَّةً تُدعى وَخْدَةُ الحركةِ خارجِ المركبةِ، يُحَرِّمُ حُرُوقَهَا وَخْدَةُ شَارُوقٍ مأهولةً لَمُكْنَتِهِ من التَّحَرُّكِ بِالدَّفْعِ النَّافِثِيّ حَوْلَ لِمُكْنَتِهِ.

نحت الخوذة فلشيرة تحوي سِجَاحِي راسٍ ومُكْرُو فِرمَاتِ لِانْتِصالٍ بِالْأَرْضِ وَبِالرَّوْدِ في المركبة.

لِوَقِّ الخوذة أَضواءٌ تُشَدُّ الرائد من الرقبة حيثُ

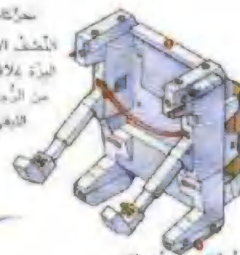


التدرب على الرِّحَالَتِ الفضائيَّةِ

يُتَدَرَّبُ في رائد الفضاء، أَلْ يَتَّبَعُ بِمُطَابَقَةٍ بِدَلِّهِ وَعُظْلَتِهِ عَالِمَهُ. وَهُوَ الرُّؤَادُ بِصِريَّاتٍ قَاسِيَةٍ وَطَوِيلَةٍ جِدًّا في قُرُوبِ وَأَحْوالٍ تُشَبِّهُ تِلْكَ الَّتِي فِي الفضاء. فهم قد يُحْرَقُونَ العَرِيضَاتِ، مُتَلَا، هي بِرَكِّ بِسَاحَةِ كَبْرَةٍ لِتَسْتَعْرِفُوا وَيَتَأَدَّبُوا حَالَةَ أَجْدَامِ الرائد. كما يَرْتَدِّي الرائدُ بِرَّةً خَاشِئَةً وَيَتَدَرَّبُ على التَّهَيُّؤَةِ التي سَيَقُومُ بها في الفضاء.

على شَظِيهِ الرائدِ كَاسِيَتُهُ تَقْبِطُ قُشُورَ خِلَالِ حُرُوكَتِهِ.

الْمُتَلَبِّطُ الْأَعْلَى مِنَ الْبِرَّةِ بِحُلَاثٍ سَلَكٍ مِنَ الرُّجُلِاجِ الْفَاقِي.



وَخْدَةُ مُتَاوِرَةٍ مَأَهُولَةٍ

هذه الوخدة حليقة من خُمُودٍ طَوِيلَةٍ وَخَرَسِيَّةٍ وهي تُعْمَلُ بِاللَّحْدِ وَجِوْنٍ وَيُسَكَّنُ إِعَادَةً شَتِيَّةً مِنَ الحَرَكَةِ المُضَيَّعَةِ. يَحْتَلِمُ الرائدُ بِوَخْدَةِ المُتَاوِرَةِ هذه من مُشَدِّاتِ التَّوَارِخِ، وكان الرائدُ الْأَمْرِيكِيُّ، رُوسِ مَكَاتُونِلِسِ الأوَّلُ من اسْتَعْمَلَهَا في شِبَاطِ (فبراير) عامَ ١٩٨٤.

يرتدي رائد الفضاء كِيسَةً شَتِيَّةً تُجَبِّزُهَا مَانِيْبِيْبٌ بِتَرِيْمٍ خَالِئَةٍ.



سالي رايد

كَانَ الرُّؤَادُ الْأَمْرِيكِيُّونَ كُلُّهُمْ من الذَّكُورِ حَتَّى العامَ ١٩٨٣. وَعِنْدَ اسْتَعْدَادَاتِ بَرَامِجِ المَكْرُوكَةِ الفضائي في السَّعِيَّاتِ مِنَ القَرْنِ العَشْرِيْنِ، سَمِحَ لِكُلِّ الرِّجَالِ والنِّسَاءِ التَّظَلُّمُ بِطَلِبَاتِ الاِسْتِبابِ كَرُّوَادِ فضاء. وفي العامَ ١٩٨٣، أَصْبَحَتِ سَالِي رَايْدُ (المولودة عامَ ١٩٥١) أوَّلَ امْرَأَةٍ أَمْرِيكِيَّةٍ تَرْتَادُ الفضاء. وَهناكَ حَالًا الْعِدِيدُ من رَائِدَاتِ الفضاءِ الْأَخَوِيَّاتِ.

تُلْبَسُ البِرَّةُ الفضائيَّةُ وتُجَلِّبُ بِعَدِّ الخوذة إلى الأرض لِتَكُونُ جَامِعَةً لِلرَّحَلَةِ أَخْرَى، وَيُتَدَرَّبُ بِهَا البِرَّةُ صَالِحَةً لِلِاسْتِخْدَامِ حَوْلَ ٨ سَنَوَاتٍ.

في ٣١ تَبَوَّزَ (يوليو) عامَ ١٩٦٩، أَصْبَحَ تَوِلُّ اِلْمِسْطَرُونِ الأوَّلِ إِنْسانِي تَطَلُّ قُدَامَ سَبْعِ القُرُونِ تَوَلَّى بِه رُؤُوسُهُ بِرَّةً الْأَمْرِيكِيِّينَ بِعَدِّ ١٩ مُتَبَلِّغًا.

تَوَلَّى البِرَّةُ القَضَائِيَّةُ أَكْمِيَّيَاتُهُ تَطَلُّ ٢٧٠٠ لِنَظَائِمِ

تُخَدِّمُ البِرَّةُ بِدِيَّةً لِتَجْمِيعِ التَّوَلَّى لِقَرْنٍ عِنْدَ الرُّجُودِ إِلَى اِلْمَرْكَبَةِ.

البعثات القمرية

أَوَّامِ الحَسْبِيَّاتِ مِنَ القَرْنِ العَشْرِيْنِ، كَانَ التَّأَلُّفُ شَدِيدًا لِلسَّيْفَةِ على الفضاء بِرَّسَالِ لِيَمَّ إِلَيْهِ - فَكَانَتْ بِدَايَةُ عُصْرِ الفضاء. في العامَ ١٩٦١، لَعَدَّ الْأَمْرِيكِيُّونَ بِإِزَالِ إِنْسانٍ عَنِ سَطْحِ الْقَمَرِ بِهَيَاةِ الْعِلْدِ، وَهَكَذَا كَان. فِي العامَ ١٩٦٩، أَصْبَحَ بِلِ اِلْمِسْطَرُونِ الأوَّلُ رَجُلٌ يَسْطِي على سَطْحِ الْقَمَرِ. وَبَيْنَ ١٩٦٩ وَ ١٩٧٢، كَانَتِ الحَرَكَةُ تَاطَلَّتْ إِلَى الْقَمَرِ وَمِنَهُ، وَهَذَا نَفْسِ الرُّؤَادُ جِلَالِ لَمَّا تَمَّكَ القَمَرُ ما يُقَارِبُ ٨٠ سَاعَةً على سَطْحِهِ.



المعيش في الفضاء

تعتبر الشغل في الفضاء اليوم من أهم توري عالميين - فقد الرواد، والعربة الفضائية في مدارها، يرتدون ثياباً عادية ويأكلون وجباتهم المكشولة. وهم في غير أوقات العمل، يستريحون لسماع الموسيقى المسجلة أو لقراءة كتاب مختار، أو يفرمون «بالأعمال المنزلية» كغسل الملابس. ولأن كل ذلك يتم في حالة انعدام الوزن، وفي هذه الحالة تتخاذل العظام والعضلات (لذا يتوجب على الرواد ممارسة تمارينهم الرياضية يومياً). وقد لوحظت أيضاً تأثيرات انعدام الوزن على الجسم البشري بعد عودته إلى الأرض، لكن العلماء ما زالوا يربون تلك التأثيرات. فلما قضى الرواد فترات أطول فأطول في الفضاء.

مراقبة الرواد

في آذار (مارس) عام ١٩٩٢، عاد رائد الفضاء الروسي سيرجي كريكاليف إلى الأرض بعد أن قضى ٢١٣ يوماً في الفضاء. وقد أصبح المصنع بطيئاً دقيق فور عودته. والمعروف أن المؤثر قد يعاني تباطؤاً في نبضات القلب وتفاوتاً خلال رحلته الفضائية.



سيرجي كريكاليف

يرتشف الرواد الشوائب بفلاتر فائقة الدقة، ويتناولون الوجبات الخفيفة كالتشوكولاتة والمكشولات بطريقة عادية. وتسجل أجهزتهم في فترات زمنية قصيرة في صورتي شاشة تملأ خلفهما أثناء الأكل.

مع حركة الدوران المستمر في الفضاء، قد يُسجل رائد الفضاء بالتعبان والتأخر.



في الفضاء، يصعب التحكم في الشوائب. لاحظ (في الصورة) شكلاً الماء في كبته طافية.

انعدام الوزن

شدة جاذبية الأرض المستمر على أجسادنا وكثافتها ووزنها، الكتل في وسطها هابط بسرعة نجس بأنك أحف وزلا. وهذه الظاهرة تُضخم في مركبة فضائية هابطة في مجال ثقالي، إذ يهوي الرواد في داخلها بالسرعة نفسها تتعدى أوزانهم. وتُجرى التجارب على الحيوانات والنبات في الفضاء لدراسة تأثيرات انعدام الوزن عليها، كما تُجرى تجارب علمية مُعقّدة، لا يمكن إجراؤها على الأرض.



تعدّل الإغنية منسوب الماء - فضاء على الرائد سوري إضافة بعض الماء قبل الأكل. ويحسب الماكولات الأخرى محفوظة في ثقب من التبريد أو في الكيسات ذاتية التبريد كما هي الحال على الأرض. التماثل المثلثي للشارع بعد تفتت فقط في بداية الرحلة.

المكوّن الفضائي

كان الرواد الأوائل يُرسَلون إلى الفضاء داخل كبسولات صغيرة تُوضع في مقدمة الصواريخ. ثم يعودون بها إلى الأرض على شكل قذائف. فكانت تلك البعثات المُضاربة بأحطها التكلفة إذ لا يمكن استخدام الصواريخ إلا مرة واحدة. أما اليوم فمركبات الرواد الأسرع في الفضاء بواسطة المكوّن الفضائي، الذي يمكن إعادة استخدام أجزائه الرئيسة - كالغرفة المراقبة الفضائية والصواريخ المُعزّزة. ويعود العربة المُضاربة كالمطيرة إلى الأرض، ويمكن استخدامها تكررًا.



بعد التفتت، يُعاد العربة بمرافق وقود جديدة لإطلاق التالي.



لمزيد من المعلومات انظر

- الجاذبة ص ١٢٢
- النظام الشمسي ص ٢٨٣
- الصواريخ ص ٢٩٩
- الشوائب (الأنفا الصاعدة) ص ٣٠٠
- الشوائب الفضائية ص ٣٠١
- المحطات الفضائية ص ٣٠٤

المحطات الفضائية

لم تعد الرحلات الفضائية تقتصر على إقامة عابرة، فباستطاعة رواد الفضاء اليوم المكوّن في محطة فضائية، تدور حول الأرض كساتل كبير، مؤهلة لغيش الرواد والعمل على منتهى، كبيت ومكتب، لفترة تمتد أسابيع وشهوراً. وستستخدم المحطات الفضائية مستقبلاً كمنفذ يُخرج عليه الرواد قبل متابعة سفرهم عبر النظام الشمسي أو قبل العودة منه إلى الأرض. وهي أيضاً مهمة إذ يمكن، على منتهى، إجراء التجارب في ظروف الجاذبية الصغرى (شيء انعدام الوزن) بإشراف علماء لا يمكن أن يكونوا على المحطة. كما يستطيع الرواد إجراء التجارب على أنفسهم لاختبار سبل ومدى اضطراب الجسم البشري بأعباء العيش في الفضاء.



المختبر الفضائي (سكاى لاب)

طلبت المحطة الفضائية الأمريكية الأولى «سكاى لاب» على مدى خمس سنوات (١٩٧٣-١٩٧٨) زوّاداً للزوّاد الوالدين. وهي باتساعها، كبيت متوسط الحجم، وفرت للزوّاد بيئة وضوء غني مريحة للمرة الأولى في الفضاء.

يحافظ الرواد على لياقتهم البدنية باستخدام الأثقال الرياضية على مدى المحطة، ويأخذون قسطهم من الرياضة في الكراسي نوم مثبتة بالقدرة.

هذه الأرجلة تثقل للمواد بين مدار الأرض.



ماتلورات شمسية
تُمدّ المحطة بالطاقة

يشغل الرواد إلى المحطة
ويخرجون منها غير وضوءات
هوائيات في خيصة الالتحام.

هذه المركبة تُلْقَى
الطوائف من بين واليه.

تدربين لاستخدام
أفراد الطاقم العاملين
خارج المحطة.

هناك سبيل لتتلاقى التلام في
المحطة مرة وهي تركيبات تُمكّن
التحام الأجزاء (الوحدات)
بها لاحقاً.

من هذه الأرجلة يتم
الزحف العكسي

تُمدّ المحطة إلى درجة حرارة
٢٠°س. ويمكن تعديلها كما يكتفي
جو المحطة ليمثل جو الأرض.

ستعطي الطوائف وتعمل في المحطة
الحرية (فريدم) شكلاً تتراوح بين
ثلاثة وسبعة أشهر في كل مرة.

يعيشات خاصة شاربيل طويلاً
للأرض لتُثبّت عن أحوال الطقس.

الاء المستخدم على متن
المحطة سُمِعَتْ تدويره
للاستخدام ثانية.

على علوّ ٨٠ كم،
ستدور المحطة
الفضائية فريدم
دورة حول الأرض
كل ٩٠ دقيقة.

الطوائف الضخمة سُمِعَتْ
شوء الشمس لتُصار
تحويله إلى طاقة
كهربائية.



الحرية (فريدم)

تُحطّق الولايات المتحدة لإطلاق
محطة فضائية تدعى فريدم. على
أن تُلقَى التكرار الفضائية قطعها إلى
الفضاء قطعة قطعة. ثم تقوم الرواد
بتجميعها. وستكون المحطة الشجعة أطول من ملعب
كرة القدم، وستدور حولها طاقم دائم من ستة زوّاد.

أطلقت المحطة الفضائية الروسية، مير، في
سُباط فبراير عام ١٩٨٦، وشغلتها الزوّاد بعد
ذلك ثلاثة أشهر. يتنقل الزوّاد من المحطة
وإليها في مركبة فضائية تلتحم بأحد أبواب
المحطة السّنة، وتُشغّل المحطة، مير، لطاقم
من ستة أفراد لكن يُمكن زيادة حجمها بإضافة
زُجالات (وحدات) جديدة، كالتجارب،
مثلاً، إلى الهيكل الأساسي. وفي العام ١٩٩٧
تعرّضت مير لمشاكل بسبب استخدام مركبة
تلاحم بها، وقد يُعزّر ذلك من قدرتها على
الاستمرار طويلاً في مهماتها.



التجارب

علماء الكيمياء والبيولوجيا والفيزياء
سيفيدون من وجود مختبر لهم في الفضاء
يشغلون فيه من إجراء التجارب في
ظروف الجاذبية الصغرى حيث يمكنهم
معالجة بعض المواد (كالتعاقيل أو
التلوثات الكهربائية) وإنتاجها يستدعى
من القاذرة لا يتوقّف على الأرض.

لحزب من المعلومات الطل
الحادية من ١٢٢
الزّواجل (الأقمار الصناعية) من ٣٠٠
السّواتر الفضائية من ٣٠١
الإنسان في الفضاء من ٣٠٢

المحطات الفضائية
١٩٧١ أطلقت ساليوت، أوّل محطة فضائية روسية.
١٩٧٣ أطلقت سكاى لاب، أوّل محطة فضائية أمريكية.
١٩٨٠ سكاى لاب تمود إلى جو الأرض وتُختر.
١٩٨٣ أُطلق سبيل لاب، أوّل مختبر فضائي مُصنّع صناعيّ مُعشّن.
١٩٨٦ أجامت مير، أكثر محطة فضائية، من يكون، في روسيا.
١٩٨٧ رائد الفضاء الروسي توري زُومالينكو يعود من مير إلى الأرض بعد تسجيله وقتاً فائزاً لفخوت في الفضاء. ٣٢٦ يوماً.
شودة لتسويق شغلت المحطة من المحطة الفضائية سكاى لاب.

الكائنات الحيّة

الكائنات الحيّة حواليك في كل مكان تقريباً. ففئاته خيرة قد تحلّل فطراً دقيقاً، وملعقة من ماء النهر قد تؤوي أشكالاً متعدّدة من الأحياء المجهرية المختلفة. تنتشر الكائنات الحيّة عبر مناطق شاسعة من اليابسة وفي المحيطات بينها، حتى في أشدّ الأصقاع قسوة، كالصحارى الجافة اللاهية أو قِمم الجبال القارسة المتجمّدة، توجد بعض أشكال الحياة وتكثر. علّم الأحياء (البيولوجية) هو علّم الكائنات الحيّة، نباتات وحيوانات - المجهرية منها والفاقة الحجم الأصحح منها بكثير. يدرّس البيولوجيون الكائنات الحيّة ليكتشفوا كيف تعمل وكيف ترتبط معاً في نمط الحياة المُنمَّد على الأرض.



المتعضيات والأنواع

في مصطلح البيولوجين، المتعضي هو أي شيء حي. فالجراثيم والبكتيريا والعفنة، كما الكائن البشري، كلّها متعضيات. والنوع متعضي آخر يستعمل عادة في علم الأحياء - بمعنى مجموعة من المتعضيات تستطيع التوالّد فيما بينها كالأشود أو النمل. فالمتعضيات الواردة أعلاه تنتمي إلى أنواع مختلفة، كلّ منها يستطيع التوالّد (النسل) مع أفراد من نوعه فقط، وليس مع أفراد أي نوع آخر. والمتعضيات تعيش في الغالب منفصلة، لكن أحياناً تعيش أفراد النوع الواحد وتبقى الرّابط معاً في مستعمرة (كجماعة كبيرة).



بشرقي (فراشة) أليفة من القسيبة لكتيدي

كيف يعمل عُشاء الأحياء؟

خلال القرن التاسع عشر، كان العلماء هادّين يدرسون الحيوانات بقُدّ قلبها ونفسها. فالفهم أعمق أعمق من مجموعة حيويّة في شغل تحوي آلات الفئات - بأن جميع الكائنات الحيّة قد تؤمّن معلومات مُفيدة. لكنّ يُحسّن ضرراً بالغاً بالأنواع النادرة. وحيث إنّ علماء الأحياء حديثاً هم أكثر إدراكاً لضرورة حماية البيئة، فهم يقصّون وفقاً لطول في دراسة الحيوانات في مواطنها الطبيعيّة ليعرفون الحيوان قبل إبداله أو تغيير سلوكه الطبيعي.



الحياة الخفيّة

مع أنّ هذه البنية تبدو عديمة الحياة، فهي في الواقع حيّة تنمو وتكاثّر. فالطحينة الحيّة (اليوس أوكامبي) كما تُسمّى هذه البنية، تنمو في المناطق الجبال من إرمية الجبوت. وهي ليس مُستَعمرة مُتعددة مُعظم أيام السنة، لكنها في موسم الكائنات تبت أزهاراً، رابعة المُرّة، تجذب الحشرات ليقبل غبار اللقاح من تلك إلى أخرى. وبعد التلقيح تُنتج البنية ثمرها.

استكشاف الطبيعة

كان المعالِم الطبيعي الإنكليزي، جيري ينس (١٨٢٥-١٨٩٢)، من أوائل العلماء الأوروبيين الذين نقّشوا الحياة البرية في غابات الأحازون النطيرة في أمريكا الجنوبيّة. وقد جمع الكثير من الأنواع الجديدة ودرّس سبل تأليها لبقا. ولا يزال العلماء اليوم يكتشفون أنواعاً جديدة، لكن في الوقت نفسه، هناك أنواع عديدة أهدت بالانقراض، بسبب ما يُلحقه الإنسان من ضرر بالبيئة الطبيعيّة.

فريدريخ وُهلر

جميع الكائنات الحيّة الحيوي مُرتكبات كربونيّة، وقد حلّ مُعظم العلماء حتى القرن التاسع عشر يعتقدون أنّ الشُرُكات الكربونيّة في الكائنات الحيّة مُختلفة عُضويّاً عن تلك اللاعضويّة المُستوحاة في الكائنات غير الحيّة. لكنّ في عام ١٨٢٨، تحقّق الكيميائي الألماني، فريدريخ وُهلر (١٨٠٠-١٨٨٢)، هذه الفكرة التي كانت تُعرف بالفاعليّة الحيويّة، عندما حقن الشُرُبات الكربونيّة البشري في الحيوانات. من مُرُكب يتواجد فقط في المادة اللاعضويّة (غير الحيّة).



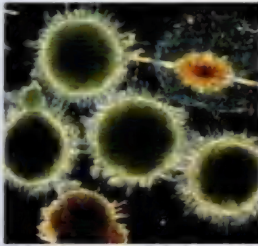
مِنْ خِصَائِصِ الْحَيَاةِ



الحياة النباتية

النباتات مُستقرّة في مواقعها، لكنّها حيّة كسائر الكائنات الحيّة. فليجود السُّوط، حتّى تُصنّف الطاقة من ضوء الشّمس، وتُحوّل بها غذاءً تُستخدّمه في النُّمو والتكاثر. ومع أنّ الشّجرة عديمة أعضاء الجسّ الحاشية، فإنّها قادرة على استمالة الضوء والاستجابة له.

التفاعلات الكيميائية داخل جسد الفأرة تُوفّر لها طاقة التحرك والذّيق.



الحياة العوارقية

تُعظم أشكال الحياة أصغرُ حشّة من البشر بكثير. هذه المُتعضّيات العوارقية الدفينة للحرث مع التّغيرات في عُمرها النّشور. وُزعم أنّ المُتعضّي الواحد سبّا بالغ الضّغط وصاح الوان حادّ رؤيتها مُتّسعة يمتدّ بـ ١٠٠ أمتار.

مكنة عديمة الحياة

تصنّف الروبوتات أحياناً كأنّها حيّة، لكنّها في الواقع مكائن مُعلّدة لا حياة فيها. صحيح أنّها تستطيع استخدام الطاقة المُتحرّك، لكنّ الروبوت لا يستطيع الحُشّون على ذلك الطاقة ذاتيّ - بل يُضبط على الإنسان ليعرفها له. كذلك فإنّ الروبوت لا يتنفس ولا يتوالّد وهو، يُولد مبرمجاً مُنظّماً، ممّا إلى البلى والتفكك.

شكّل

الروبوت

ثابت - ٧

يُطوّر ولا

يُطوّر دون

عقل

الإنسان.

لُمزيد من المعلومات انظر

التخلّيل الحُشّون ص ٣٤٠

الغذاء ص ٣٤٢

النفس العُلويّ ص ٣٤٦

البينة الناطقة في الأحياء ص ٣٥٠

النشور ومرآته ص ٣٦٢

التكاثر اللاجنس ص ٣٦٦

الناسل الجنس ص ٣٦٧

تستخدم جفاز

الغفران طاقة

الطعام وفعلها

إنتشور

إثناء التنفس، تلتصق

الفأرة الأصغر وتُزجّ

ثاني أعضاء الفئران

كلمات فضلات

تستخدم القدرة الأتشي

طاقة الطعام وتُغذّيها

(الموت الأولي) لإنتاج الفاز

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

لِسُغَارها.

نظام من الشّواش

يرتجى نايض الدّنية لدرجياً، فتيهي إعادة شدّه بتدوير مفتاحه. وقد تُضدّ الدّمية أو تنكسر بعد بضعة سنوات. فهذا من طبيعة الكائنات اللاحيّة. أمّا الكائنات الحيّة فتعمل بعنبرين مُختلفة - فهي تأخذ الطاقة وتُستخدّمها في بناء بنى مُعَيّنة كالحلّاب والمخار. وهذه الفلزّة على خَلق نظام مُعيّن من شواش خاصّة فريدة تُسمّى بها الكائنات الحيّة، وهي تفقدّها ممّا بالموت.

هذه المُشادّة كانت دوماً الدّنية حادّة - وهو حيوان يحرّك من الرّؤوسات، فمع لُغز الحيوان تتناسل تمارنه ليشاً بإفواره التّلسلُوم، وهذا يُولّد لدرجياً لتكوين مُشادّة جديدة.

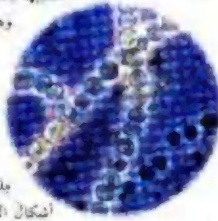


بدايات الحياة

وُجِدَ كوكبنا الأرضي منذ حوالي ٤٥٠٠ مليون سنة، وفي سبيلها الأولى، كانت الأرض حارة جدًا ومغطاة بالمخاطر لا يُمكن لكان حي العيش فيها. فقد كانت تنقصها الرُّجْم والنِّيازك، وتُمرِّقها الانفجارات البركانية. وحين أخذت الأرض تبرد صار سطحها أهدأ، فتكوّنت الغيوم، من بخار الماء في الجو - الذي ابتعثته التُّورانات السَّخينة، وهطلت الأمطار. وفي ذاك الماء ظهرت الحياة مُد أكثر من ٣٥٠٠ مليون سنة. بعض الناس يعتقدون بخصوصية خلقي مختلف الكائنات الحية، أي، إنَّ كلَّ نوع حي قد خلِقَ خَلْقًا خاصًا. لكنَّ مُعظمَ العلماء يقولون ينشوء الحياة عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي حدثت إجمالًا، وعلى مدى ملايين السنين. بنيت تلك التفاعلات، بُعْث شديد، كائنات حية من مواد كيميائية بسيطة.

أقدم أشكال الحياة

هذه الفجائية الخضراء المُتفرقة البعثة النسيجة بالنباتات تُسمى سيانوبكتيريا وهي تستوطن عادة المياه المُسَلَّمة وتُصنع غذاءها بالتحليل الضوئي. وقد وُجِدَ الجيولوجيون جدرانًا أحفورية من هذه البكتيريا يعود تاريخها إلى ٣٥٠٠ مليون سنة - مما يُشير إلى أنَّ أشكال الحياة هذه كانت بين الأقدم على الأرض.



التاريخ

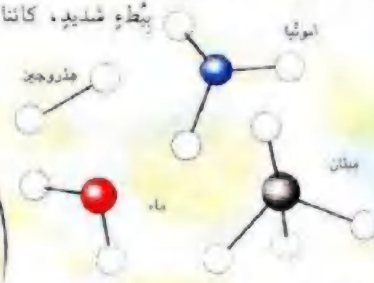
بعد توازن الحرارة لهذا أسبوع واحد يُورث ويصل إلى عدة مواد جديدة مُعلَّمة قد تكونت. بين بعض الأحماض الأمينية، هذه الأحماض هي كيميائيات هامة لمرحلة مُعَدَّة تكوين البروتينات - التي هي وحدات بناء الحياة.



الشمع

توزيع الماء

والمثلث والأومبلا والهيدروجين في وعاء وشدة ماكنام



مُفَرِّمات أولية

كانت بحرًا وأجرام الأرض القارية تحوي كيميائيات بسيطة كالنحاس والفضة والأمونيا والهيدروجين. وفي بحرهما الشهيرة وضع ثوري وبيلر فريجا من هذه الكيمائيات في وعاء شِد. وكان هدفهما معرفة ما قد حدث عندما تفاعل تلك الكيمائيات مع بعضها مع بعض.

منهذ الحياة

تصور أن كوكب الأرض الناشئ كان مُغطى سحابت بحرية كيميائيات بسيطة، وأن حرارة ضوء الشمس وشرر التفريغ الرقبي جعلت تلك الكيمائيات تتفاعل بعضها مع بعض. ولعلَّ تلك التفاعلات مع الزمن خلقت كيمائيات يُمكنها إنتاج ذاتها. أو تكوين الخلية نفسها من العالم الخارجي. في العام ١٩٥٣، انتُخِص الكيمائيان الأمريكيان هارولد يوري وستاني ميلر هذه الفكرة للتحربة، فبُنِي لهما إمكانية إنتاج المواد المُعقَّدة التركيب من مواد بسيطة.

هذا الزئبق الحديدي سُلِّط من الفضاء على ٢٠١٢ سنة.

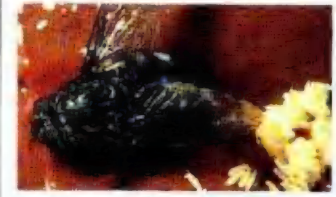


الحياة في كواكب أخرى

إذا كانت الحياة قد نشأت اندفاعاً على الأرض بتفاعلات كيميائية طارئة، فمن المُمكن أن تكون قد نشأت في أماكن أخرى من الكون بالطريقة نفسها. فالجبال على الأرض عندما الترققات الكربونية كالأحماض الأمينية. وقد وُجِدَ العُقد مقدور ضيقة من هذه الأحماض في بعض الرُّجْم. كما اكتشف الفلكيون كيمائيات بسيطة مصادها الكربون في الغبار المُنتشر عبر الفضاء.

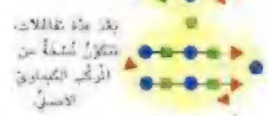
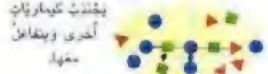
حياة من حياة

لما مضى، اعتقد بعضهم أنَّ كائنات حية يُمكن أن تولد فجأة من مواد عديمة الحياة. فكنوا يقولون، خُلا، أن برقات الذباب تنشأ من اللحم الفاسد، لكنَّ التجارب التي أجراها كُلُّ من العالم الإيطالي لادارو سيلالزاني (١٧٢٩ - ١٧٩٩) والعالم الفرنسي لويس باستور (١٨٢٢ - ١٨٩٥)، أثبت خطأ ذلك الفرض. فالكائنات الحية، كما نعلمها اليوم، تتكوَّن دائماً بالتوالد.



نصنع الأدوية الورقية (كالفلور) فوميثوريا، يتوسطها على اللحم، فلهذا يُدعى لها. عندما تُفحص، مؤونة وأقرة من الغذاء.

المرتبك الكيميائي الأصلي



التكاثر الكيميائي

قد تكون الحياة بدأت بطريقة بسيطة. كان يكون مرتب كيميائي دخل إجمالاً في سلسلة من التفاعلات التي تُسبب تفاعلها، وأنَّ هذه السلسلة، من تفاعلات حية، تولدت إنتاج نفسها أيضاً. فيكون التكاثر الكيميائي بذلك قد نشأ من التكاثر - الذي هو من خصائص المادة الحية.

لزيادة من المعلومات انظر

- الكربون ص ١٠
- الهيدروجين ص ٤٧
- الأرض ص ٢٠٩
- الخلايا ص ٣٣٨
- التحليل الضوئي ص ٣٤٠
- النورانيات ص ٣٦٤

التطوُّر (النَّشوءُ بالتحوُّل العُضويّ)

الورث الصورة تخيلية، فلا أحد يدري ماذا كانت الوراثة الأركيوتريكس

نحن لا نستطيع العودة بالزمن مئات ملايين السنين إلى الوراء لَنرى كيف كانت الكائنات الحية. لكن بإمكاننا تعرّف الكثير عن الماضي السحيق بدراسة الأحافير. فالأحفورة تتكوّن بأنظمة الكائن الحي تحت الحوّل والأثرية، فتخلّ أجزاءه الطرية، نباتاً كان أم حيواناً ولا يبقى منها أي أثر. أمّا الأجزاء الصلدة كالسّوق والعظام والأسنان والصدف فتحتجّر ببطء شديد. وتبيّن الأحافير من شتى أقطار العالم أنّ الكائنات الحية قد تغيّرت تدريجياً على مرّ ملايين عديدة من السنين. فبعض الأنواع انقرضت، وتُشأت أنواع جديدة من أنواع أقدم في عملية تغيّر بطيء تُدعى التطوُّر.



خلقة بين الزواحف والطيور

يُعرّف في التناذر على أسطورة تبيّن كيفية نشوء فئة رئيسية من الكائنات الحية من فئة أخرى. من توابع الأحافير هذه الأركيوتريكس «تحتي اللقطة الجناح القديم» وتبيّن الأحفورة حيواناً ذا خراشفت وأسنان كالثوراجف، ويربّي كالطيور. من ذلك يستنتج البيولوجي، شبهة اليقين، أنّ الطيور قد تطوّرت من الزواحف.

ذلك طويلٌ بكمل الزواحف

سجل أحفوري

وُجدت أحفورة الأركيوتريكس هذه في ألمانيا عام ١٨٦١. ويدلّاه تطوُّر من قنصورات صغيرة كانت تسير على قوائم.



تطوُّر الحصان

تبيّن الشواهد الأحفورية أنّ الحصان المعاصر قد تطوّر من أسلاف أصغر كثيراً ذات لمط غشي مُختلف. نشأاً. خُصّ الحصان القديم، فيراكتريوم، كان بحجم قُب صغير، وكان زباج الأضلاع في حافري القدمين الأماميين يُعاش برعي أوراق الشجر. وعلى مدى ملايين السنين، تزايد حجم ضلالات وتحوّل بتأذنها من رزي الشجر إلى الأعشاب. كما طالت أرجلها وفُت أصابع الحافر فيها. ونشأ لها ذلك سرعة الهروب من أعدائها في الشهور المكتشفة.

إيكوس، الحصان المعاصر تشكّل منذ حوالي مليوني سنة، وكان عاشبة أيضاً. ذا حافر أحادي الإصبع.

طوّر المريكيس، أوّل الخيل العاشبة، منذ حوالي ٢٠ مليون سنة، وكان ثلاثي أصابع الحافر أيضاً - لكن إحداهما انكثت شكل حافر كبير.

الفيروميس عاش منذ حوالي ٢٠ مليون سنة وكانت قوائمه أطول وقصاة الأماميتين ثلاثية الأصابع.

عاش الهيركتريوم منذ أكثر من ٥٠ مليون سنة. ولعلّه كان يلجأ إلى الأخشاب من أعدائه ليعلم حجمة وعجزه عن سرعة العدو.



جناح الخفاش يحوي مجموعتين من عظام «الدراع» ويتبيّن بخمس شموعات من عظام «الأصابع» أطول.

نمط مُشترك

يُعمل التطوُّر على مهاد أشياء مُتراجدة قليلاً. قد تطوّر أحد الأنواع إلى أنواع أخرى، مُختلفة شكلاً، لكنها تشترك في النمط الأساسي ذاته. والمُتواتر (التشابهات) مثل حبيّة على ذلك، عايرتها الأمامية مُتعددة الأشكال والأحجام تقوم بوظائف مُختلفة - من الساحة إلى الطيران. لكن البنية الأساسية لها جميعاً مُشابهة. يبيّن يوحى بأن المُتواتر قد تطوّرت من مُنطق مُشترك.



الزراع البشرية تصوي شموعات من العظام الطويلة، وتُلقط اليد من خمس شموعات من عظام الأصابع.

زبغة الدلفين الأساسية تصوي مجموعتين من عظام «الدراع» وشعير شموعات من عظام «الأصابع».



جورج لويس بوفون

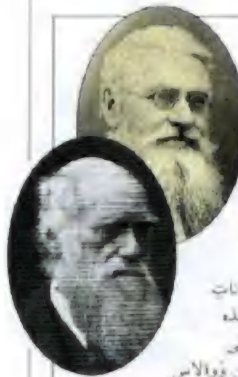
في القرن السابع عشر، كان الاعتقاد السائد أنّ للكائنات الحية خصوصية الخلق. وأنّ كل نوع من النبات أو الحيوان ذو صفات ثابتة لا تتحوّل. وهو رأي لا يزال بعض الناس يقولون به. وكان الكونت الفرنسي، جورج لويس بوفون (١٧٠٧-١٧٨٨)، العالم الطبيعي الفرنسي، من أوائل المُشكّكين بديّة الخلق الخاصّ بجلال أبحاث أجراها تمهيداً لمؤلفه «التاريخ الطبيعي» في ٤٤ مجلداً. فهو ارأى حسيّة أنّ بعض أنواع النباتات والحيوانات أنتجت أنواعاً أخرى. فكان بذلك من أوائل من كتبوا في موضوع النشوء والتطوُّر.

لمزيد من المعلومات انظر

- الأحافير ص ٢٢٥
- آليّة التطوُّر ص ٣٠٩
- نصبت الكائنات الحية ص ٣١٠
- الزواحف ص ٣٣٠ ، الطيور ص ٣٣٢
- الوراثيات ص ٣٦٤
- خفاش ومعلومات ص ٤٢٠

آليّة التطوّر

لماذا تتغيّر النباتات والحيوانات ببطء من جيل إلى جيل؟ لقد جاء الجواب عن هذا التساؤل متوافقاً من عالمين بيولوجيين، توصّلا إليه مُستقلين في القرن التاسع عشر، هما تشارلز داروين وألفريد راسل والاس. فقد عرّفا أنّ أفراد النوع الواحد تتباين قليلاً فيما بينها، وأن هذه التباينات يُمكن أن تنتقل إلى الجيل التالي، ولم تغب عنهما حقيقة أنّ أفراد النوع الواحد، كما سائر الكائنات الحيّة، تتنافس على الموارد الضرورية، كالطعام، من أجل البقاء. وأنّ الخلف ذا التعيّبات الأكثر ملاءمةً للبيئة هو الأوفر حظاً بالبقاء والتناسل. وهكذا يتطوّر النوع، بالانتخاب الطبيعي، ليصبح أكثر ملاءمةً لبيئته وطرائق عيشه.



تشارلز داروين وألفريد راسل والاس

تطوّرت نظريّة الانتخاب الطبيعي، أو بقاء الأصلح كما تُسمّى أحياناً، يُكَلِّم داروين 1809-1882، وراسل والاس 1809-1882. وتبلّغ أعمالهما عام 1859، اعتقد الكثيرون أنّ النباتات والحيوانات تتطوّر بتغيّرات خلال حياتها، وأنّ هذه التغيّرات المُكتسبة تنتقل من جيل إلى آخر مُحدّث التطوّر، غير أنّ داروين وراسل والاس قدّما ثبوتاً تدعم نظريّة الانتخاب الطبيعي، وفي العام 1859، لخّص داروين نظريته في كتابه «أصل الأنواع» الذي لا يزال من أهمّ الكتب المرجّعة.

تطوّر الرُّعُود

الانتخاب الطبيعي لا يعمل الأشياء أكثر أو أكثر تعقيداً دائماً، فكثيراً ما يتكلّف من التّجارب تعلم. ففي زمن قديم، طوّر أسلاف البراهمة أحجّة، لكنّ هذه الأحجّة لم تُجد البراهمة ولا لا بدت طرائق عيشها، ونسجّة للانتخاب الطبيعي. فقدم البراهمة أحجتها مُستعينة عنها بتطوير قوائم خفيفة قويّة مُعتمداً من القفّ على ستن عائلها.



رُعُود الأراب (شيلوبوليسيس كوانيتولي) يغتذي بدم الأراب. تعليلها البيولوجي هذه حدثت بالانتخاب الاصطناعي.

لزيد من المعلومات فطّر
الظهور من ٣٣٢
المرّة من ٣٥٦
الوراثيات من ٣٦٤
التناسل الجنسي من ٣٧٧
الضجاري من ٣٩٠
حقائق ومعلومات من ٤٢٠

لشُرُشور الشوكّة يُنتج شبكة صيّام في منقاره. اللبقات الحشرات من بين شقوق اللحم.



شُرُشوريّات غلاباغوس

خلال رحلة حول العالم، استغرقت ٥ سنوات على متن البارجة البيغل، جال تشارلز داروين عام 1832، في جزر غلاباغوس النائية بعيداً عن الساحل الغربي لأمريكا الجنوبية، حيث شاهد العديد من الحيوانات القريبة بما فيها 13 نوعاً من طائر الشُرُشور. درس داروين هذه الأنواع في مُختلف الجزر بعناية مُلاحظاً بقاها الشبه والاختلاف فيما بينها. فوجدت له فكرة تحدّرها من أصل واحد جاءها من البر الرئيسي. فالشُرُشور الأصلي كان يقتدي بالزُّور ويلتقط على الأرض. لكنّ السّأله طوّرت أشكالاً مُتعددة وأصاليب عيشي مُتباينة، بحيث إنّ أكلات البرور أصبحت مألوفة كبيرة وقوية، يساع أكلات الحشرات غدت منافذها رغبة مُستندقة القرب.

تنافس البقاء

وشمت هذه التّمسكة بنات الرّبعيات، لكنّ صغارها لم تسلم جميعها وسيبوت الكثير منها قبل أن تتكلّم من التناسل. ولولا تنافس التّمسكات على الطعام والماء، والانتزاع، لكانت العناكب تسهر، لكانت العناكب تسهر، لكانت العناكب تسهر.



سجّية تسلم صغارها من ظهرها

الانتخاب الاصطناعي

لا تحدث التغيّرات ضمن النوع طبعاً دائماً، فالجمل اللّونة على هذه الأجزاء من التّليبات اصطناعيّة - تحت يديهم البتة إلاّ أنّ التّليبة. هذه الأبتة عيّرت التركيب الجيني (الوراثي) في البتة بحيث انتقلت هذه الطّور اللّونة إلى الجيل التالي، ويُمكن تكثير هذه الخاصيّة المُتعلّقة باستبان هذه البتات بالتّالي الاصطناعي. إنّ العمل على تسم الثّورات البتة والحيوانيّة هكذا هو انتحاب اصطناعي.



تَصْنِيفُ الكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ

قَبْلَ أَنْ تُصْبِحَ الْبَيُولُوجِيَّةُ عِلْمًا بِوَقْتٍ طَوِيلٍ، اسْتَعْدَمَ النَّاسَ
أَسْمَاءَ عَادِيَّةٍ لِلنباتاتِ وَالحيواناتِ الْمألُوفَةِ كَانَتْ عَالِيًا
تُصِفُ مَظْهَرَ الشَّيْءِ وَكَفَانَتْ تَوَاجِيدهُ وَمَجَالُ اسْتِخْدَامِهِ
لَكِنْ هَذِهِ التَّسْمِيَّاتُ لَا تُنَاسِبُ الْعُلَمَاءَ لِأَنَّهَا تَخْتَلِفُ
مِنْ لُغَةٍ إِلَى أُخْرَى. وَحَتَّى فِي اللُّغَةِ ذَاتِهَا تَنطَلِقُ عُدَّةُ
أَسْمَاءٍ عَلَى بَعْضِ الْكَائِنَاتِ بَيْنَمَا الْبَعْضُ الْآخَرُ لَا
اسْمَ لَهُ. فِي الْقَرْنِ الثَّامِنِ عَشَرَ ابْتَدَعَ عَالِمُ
النباتِ السُّوَيْدِيّ لِيُبَيِّنَ طَرِيقَةً لِتَسْمِيَةِ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ
وَتَصْنِيفِهَا فِي مَجْمُوعَاتٍ. وَفِي نِظَامِهِ التَّصْنِيفِيِّ الثَّنَائِفِي
التَّسْمِيَّةُ أَصْبَحَتْ لِكُلِّ نَوْعٍ اسْمٌ خَاصٌّ بِهِ، يُعَيِّنُهُ، وَأَيْضًا يُبَيِّنُ مَوْقِعَهُ
فِي عَالَمِ الْمُتَعَصِّبَاتِ الْحَيَّةِ.

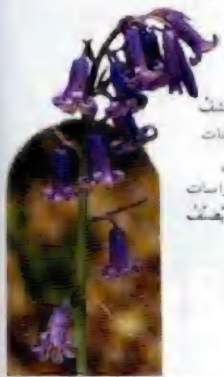
أَسْمَاءُ يَسْهَلُ فَذَكَّرَهَا

قل أيداع فيلوس نظامه الثاني السبعة،
كان المتفقون يستخدمون أسماء لاتينية
وضعية التسمية النباتات والحيوانات. لهذا
المرسم لوحيد القرن في كتاب جيران في
القرن الوسطى يحمل تسمية لاتينية بمعنى
القرن الأنثى.



تغير الأسماء العلمية

كثيراً ما تغلب الأسماء العلمية عما يكتشف علماء الأحياء، علاقات جيلانية بين الكائنات الحية. هـد صنف ليبلوس نبات القرع في الأزرق في جنس أرفاثوس. ونتيجة لدراسات العلميه، فلقد أعيدت تسميته عدة مرّات. وبصفت لأن مع جنس الإسفل (سبلا).



النوع: الحظرون التفاحي الشكل
(هيكس - جانبا)



جنس الحلزون
(ملکس)

يُقسم جنس الحارون عدة أنواع تشابهه جداً، بكل منها اسم علمي ثاني التسمية. الجزء الأول من الاسم يُعبرُ الجنس الذي تنسب إليه جميع الأنواع - في هذه الحالة الحارون (هليكنس). والجزء الثاني يُعبرُ النوع ذاته - وهو للفرع الروماني يومانيا ويصني قاضي الشكل. وهكذا، فالاسم العلمي للكتاب المقدم الروماني هو الحارون الناضج الشكل.

هذا الخط يُنْبِئُ بعض
الشعب في ملكة الحيوان



شعبة الرحوبات

تُظَمُّ شُعْبَةُ الرُّحُومَاتِ حَوْلَى
٩٠.٠٠٠ نوع مما يحتملها
أحدي أكبر الشُّعَبِ فِي عَالَمِ الْحَيَوَانِ.
تُلْمَسُ جِسْمُ الْحَيَوَانِ الرُّحْوِي طَبَقَةُ الْمَذَارِ
وَصَدَقَتْ خَلْقُهُ فِي بَعْضِ الْأَنْوَاعِ. تُنْصَبُ
مِنَعُ طَوَائِفُ - وَالتَّوَقُّعُ الرُّوحَانِي يَنْتَبِهُ

تَضَمَّنَاتُ الْأَعْدَادِ

فَإِنَّ قَدَمَ عَصَايَ تَبْنِي مَقَامَهُ بِحُرُوكِ
وَالْأَعْيُنُ هَذِهِ الْحَيَوَانَاتِ رُؤُوسُ بَنِي
لَوْاسِمِهَا. وَتَأْتِي هَذِهِ الطَّائِفَةُ مِنْ
تَوَقُّعِ الرُّومَانِي ذُو رُؤُوسٍ لَنَا صَبَّ فِي
مِلْوَ بِلَقَةِ الرُّؤُوسَاتِ.

لويضة الرئويات

نفسه هذه الظرفية إلى ربي. فالتوقع
الروائي يستوطن البأساء وله عيان في طريقي
مستيه، لذا ضلّ في رؤية ذات الفواص حامله
انجيل
(سيفو مالموفا)



التصنيف

لقد بُنِيَ على هذه الصيغة نسق تصنيف
نوع واحد هو القوقى الرومانى.
لاحظ أن التصنيف بدأ بعالم الحيوان
في أعلى الصيغة وأحد يخصص حتى
تجديد نوع واحد في أسفلها - تتنا
الخصائص متنوعة. هذه القِيَمَات
التصنيفية ابتدعها الجيولوجيون كأقسام
في نظام إمبريات الضخم. وهم كثيراً
يستخدمون أقساماً إضافية أخرى غير
مُتَبَعَةٍ هنا، كـشُعْبَةٍ وَرْتِيَةٍ عَلِيَا أَوْ قَوِيَّةٍ.

مشيلو مالو فوراً

هذه الرتبة أضافاً عدداً من
بوابات الهوايات الشمس التي
طن البابسة، ولها أعين على
بناها. وهي تقسم إلى
بوابات متعددة، تدعى
بـ، وهذه تشمل فصائل من
الغواصين والبراق المشددة،
أن معظم البراق لا ضفي
من القوق الروماني إلى فصيلة
بنايات.

فصل في الحلزونات

الفصلية في التصنيف
البيولوجي تعني مجموعة من
الأفراد. ويصنف الفصلية
نوعاً من المجموعات من الأفراد
تدعى أجناساً. تتوقع
الرومانتي بشي إلى جنس
الحزنون لأن صفة حزنون
(الحزن)

الكائنات الحيّة



يشكّل عالم الحيوان شعبيات عديدة الخلايا تتنافس بتناقل الطعام، معظم الحيوانات قادرة على الحركة والتنقل، لكن بعضها يهضي فشا كبراً من حياته شيئاً في بقعة واحدة، ويحمرن الخلايا الحيوانية عن جانبية.

يشكّل عالم النبات ككتعديلات تستخدم الكلوروفيل (البصير) لتستقر شاة ضوء الشمس في تخليق غذائها لجدران خلايا النبات جانبية لأنها تتألف من السليولوز.

عالم الفطريات يتألف من شعبيات تشتمل حواً أنتجتها أسلا كائنات حيّة أخرى، أحياناً تعامل الفطريات كسمات، رغم أن ينس خلاياها وأسابيل غشوها قشقة تماذا.

عالم الآلات يتألف من شعبيات وحيدة الخلية سوية التواء، وهي في غاية الفلوع بعبق يدور بعض البيولوجيين فيها الطحالب الوحيدة الخلية التي يرتكني آخرون أنها تنتمي إلى عالم النبات.

يتألف عالم بدائيات النوى (المتوترا) من الشعبيات الوحيدة الخلية - البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة المعروفة بنموها كبريداً. إن خلية المتوترا بسيطة عديمة التواء، إذا جميع الكائنات الحيّة الأخرى فخللاها سوية النوى.

كم نوعاً الكائنات؟

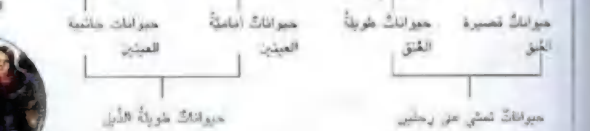
لا يزال البيولوجيون يجهلون العدد الحقيقي لأنواع الكائنات الحيّة المتواجدة على الأرض، فقد اكتُشف وصفت حتى اليوم قرابة مليوني نوع، لكن قد يكون العدد عشرة أضعاف ذلك، فحتى نعرف حوالي ٥٥٠ نوعاً من الطيوريات وقرابة ٤٠٠,٠٠٠ نوع من الحشرات.

هذه تلمسة أنواع فقط من آلاف أنواع الحشرات.



خمس عوالم من الكائنات الحيّة

فيما مضى، قسّم البيولوجيون الكائنات الحيّة إلى مجموعتين فقط: عالم النبات وعالم الحيوان. تمييز الفرق بين البتة والحيوان بدا لهم أمراً سهلاً، فالنات خضراء مخدلة في مكان واحد، وهي بحاجة إلى الضوء لتغيا. أما الحيوانات فتتقل عادة من مكان إلى آخر وتغذي بأشياء أخرى. لكن اكتشف البيولوجيون لاحقاً أن الكائنات الحيّة ليست على ذلك الفذر من الساطة. ففي قشرة من الشراب، أو سطل من الماء، هناك أعداد لا تحصى لها من الكائنات الحيّة الدقيقة التي لا تشي لأي من العالمين المذكورين. والتعارف اليوم تقسم الكائنات الحيّة إلى خمسة عوالم، ومع تغير المفاهيم حول علاقاتها بعضها ببعض، تتغير كذلك الطريقة التي تصنف بها.



خصائص عديمة الأهمية

يحاول البيولوجيون تصنيف الأنواع بطريقة تشكّل ارتباطها بالتطور. لذلك مهمّ يميزون الخصائص التي تشترك فيها الأنواع المختلفة. لكن أي الجيزات هي الأهم؟ تحفظ العلاقات أعلام تشكّل أحد الشكّل لتصنيف أربعة حيوانات على أساس شكلها الخارجي، وهذه طريقة قديمة الحدوث.



اختيار الاسم

اكتشف الأول نوع جديد من الكائنات له شرف اختيار اسم ذلك النوع. خلفه جمعة فيلوسور يدعى داريونجس ووكري، فالنوع الأول من الاسم يُشير إلى تغالب الدينوسور القليلة في الشرة الثاني فيحيى ذكرى التكتشف - بل ووكري.



لزيد من المعلومات لظفر
الظفر (الشعر بالحوال الضوئي) ص ٣٠٨
آلة التطور ص ٣٠٩
الزواج ص ٣٧٤
الخلايا ص ٣٣٨
التنفس القشري ص ٣٤٠
الهياكل الداعمة ص ٣٥٢
خفايا ومعلومات ص ٤٢٠

خصائص مهمّة
يُحيى تحفظ العلاقات الأولى أن العامة أوتش جيلة الإنسان منها بالطاووس؛ تكرر الإحراك السليم يشهد ذلك، لأن الطعام والطاووس قلها مكشوفة بالزئير وداك متفاد، بخلاف الإنسان. فمكتشف السب أعلام أكثر معقولة، لأنه يحمد صواب أساميته، كالزئير وبتية العظام، وهي تعطي دلائل تصنيف أفضل.

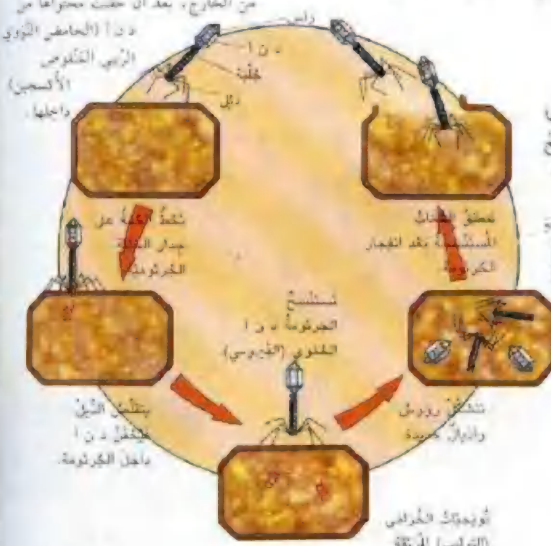
الحُمَات (الفيروسات)

شعاع خاوية تنسب بالخاصة
من الخارج.



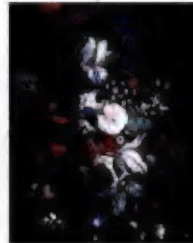
لافتات البكتريا

لافتات البكتريا ضربت من الحُمَات تُهاجم البكتريا
(الجرثومة) لتُكاثِر. هنا جرثومة (بكتريا) تُعزّوها لافِتات
البكتريا. الحُمَات الخاوية تنسب بالخاصة بالخلية الجرثومية
من الخارج. بعد أن حَقَنَتْ حُمَاتُهَا مِنْ
دَاخِلِ (العناصر النووية)



أثوت سبالة

تُسبب لك حُمَات
الرُكَام أَمَا "سبالة"
وعندما تُعطَس، تنثر في
الهواء وَشَاشَاتٍ لُجُوجِيَّةٍ
مُلاصِقَةٍ الحُمَات دَافِعَةً
عَدُوِّي الرُكَام إِلَى مِنْ
يَسْتَشْفِرُهَا.



وَلَقَرِيَّة - بَرِيَّة جَانِ قَلْبِ هَوِيْشُوم (١٩٨٢-١٩٨٤)

حُمَات عَزِيْزَة

تُحَلِّقُ شُعَّةٌ لُجُوجِيَّةٌ خُرَاسِيَّةٌ، أَرَوَانًا
فِيضَالِيَّةً فِيهَا، فِي الْقَرْنِ ١٧، كَانَتْ
الْخُرَاسِيَّةُ الشَّرِيَّةُ بِهَذِهِ الشُّعَّةَاتِ فَالْعَلَّةُ الْخَمْسَةُ فِي
هَوَانِهَا - بَحَثٌ بِتَعَامُلٍ بِهَا الْبَاسُ كَالْأَسْهُمِ
وَالشُّعَّةَاتِ، حَتَّى لَقَدْ قَاتَى نَسْرٌ شُعَّةَ الْخُرَاسِيَّةِ
الرَّاحِدَةِ لَعَلَّهَا دَخَلَ الشَّعْرَ الْعَادِيَّ فِي سَنَةِ

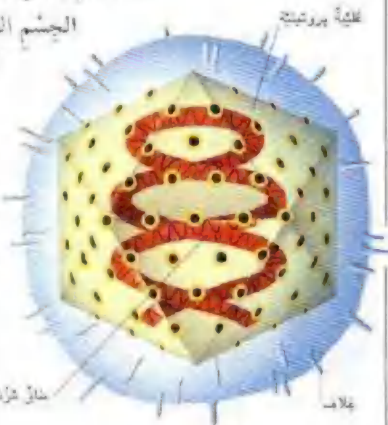
لَمَزِيد مِنْ الْعُلُومَاتِ الْخَطَرِ

الجرثومة (البكتريا) من ٢١٣
الخلايا من ٣٣٨
البيئة المائية (في الأحبار) من ٢٥٠
النسور وشرابها من ٣٦٢
الوراثيات من ٣٦٤

أَعْرَاضُ الرُّكَامِ الْبَغِيضَةُ تُسَبِّبُهَا حُمَاتٌ تُهَاجِمُ الْأَنْفَ وَالْخَلْقَ. وَالْخَمَّةُ، فِي الْوَاقِعِ، ضَرْبٌ
دَقِيقَةٌ جِدًّا مِنَ الْكِيْمَاوَاتِ، مُعَلَّقَةٌ بِالْبَرُوتِينَ، تُسَلِّطُ عَلَى الْخَلَايَا الْحَيَّةِ فِي الْحَيَوَانَ أَوْ
النَّبَاتِ. وَمَتَى اسْتَقَرَّتِ الْخَمَّةُ فِي الْخَلِيَّةِ فَهِيَ تُغَيِّرُ مَسَارَ الْعَمَلِيَّاتِ الْكِيْمَاوِيَّةِ فِيهَا تَحَرُّ
تَخْلِيْقَ حُمَاتٍ جَدِيدَةٍ، بِذَلِكَ قِيَامُ الْخَلِيَّةِ بِوِظَائِفِهَا الْعَادِيَّةِ. وَلَا يَغْيُرُ الْعُلَمَاءُ الْحُمَاتِ
كَانَاتِ حَيَّةٍ بِالْكَامِلِ لِأَنَّهُ لَا يُمْكِنُهَا التَّكَاثُرُ دُونَ التَّطَفُّلِ عَلَى الْخَلَايَا الْحَيَّةِ. وَتُسَبِّبُ
الْحُمَاتُ أَمْرَاضًا كَثِيرَةً فِي الْحَيَوَانَ وَالنَّبَاتِ وَتَشْمَلُ فِي الْإِنْسَانِ، إِلَى جَانِبِ الرُّكَامِ،
الْحُمَاقُ وَالْكُفَّافُ وَالْحَصْبَةُ وَشَلْلُ الْأَطْفَالِ، وَكَذَلِكَ الْإِيدُزُ (مُتَلَاذِمَةُ الْعُزْرِ الصَّانِعِي
الْمُكْتَسَبِ). وَالْمَعْرُوفُ أَنَّ فَيروسَاتِ الْإِيدُزِ تُعْطَلُ دِفَاعَاتُ
الجِسْمِ الطَّبِيعِيَّةِ، فَيُضِيقُ عُرْضَةً لِيُغْزِيَ الْحُمَاتُ الْآخَرَى
أَوْ الْبَكْتِرِيَا.

إِسْتِخَارَةُ الْحُمَاتِ

تَدُو الْحَمَّةُ لَافَةً الْبَكْتِرِيَا، فَاتَّهَا
مُرَّةً لَصَاتِيَّةً مُتَلَمِّمَةً. وَهِيَ اسْتِخَارَةُ
فَاتَّهَا بِحَقْنِ حُمَاتِهَا، مِنْ دَاخِلِ
دَاخِلِ الْبَرُوتِيَّةِ. وَهَذَا يَحْطِلُ
الْخُرُومَ لَعَلَّهَا قَلَّ الْأَجْرَاءُ الْبَارِئَةَ
لَتَجْعَلَ حُمَاتٍ جَدِيدَةً، ثُمَّ تَخْرُجُ
الْأَجْرَاءُ وَتَخْرُجُ الْحُمَاتُ الْجَدِيدَةُ
مِنَ الْخَلِيَّةِ الْخُرُومِيَّةِ.



الْحَمَّةُ الْخَلِيَّةِ

تُسَبِّبُ الْحُمَاتُ الْخَلِيَّةِ الْحُمَاقُ وَالْخَلَا تَتَقَافَى وَالْقُرُوحُ الْيَارِدَةُ. فِي دَاخِلِ كُلِّ حَمَّةٍ
هُنَاكَ طَائِفٌ مُزَوَّجٌ مِنَ الْعَادَةِ الْكِيْمَاوِيَّةِ الْوَرَاثِيَّةِ دَاخِلِهَا تَحْوِي جَمِيعَ
"الْعِلْمِيَّاتِ" الْأَزْمَرَةِ لِيُحَلِّلَ الْخَلِيَّةُ الْحَيَّةَ فَتُسَبِّبُ الْخَمَّةَ. تَحْلِفُ الدَّخْلُ الْعَلِيَّةُ
بَرُوتِيَّةً عَشْرُوتِيَّةً الْأَوَجِ الشَّمَالِيَّةِ، لَهَا طَعْمٌ وَأَقِيَّةٌ تُدْعَى الْغِلَافُ. فَعِنْدَمَا تَصَادُ
الْحَمَّةُ خَلِيَّةً شَائِبَةً، يَتَجَمَّعُ غِلَافُهَا بِغِلَاءِ الْخَلِيَّةِ - كَمَا تَلْتَصِقُ مَقَا لِقَاعَتَانِ، ثُمَّ
يَدْخُلُ بِأَقْيَ الْحَمَّةِ إِلَى الْخَلِيَّةِ حَيْثُ تُنْشِئُ. أحيانًا، تَسْتَطِيعُ الْحُمَاتُ الْخَلِيَّةِ
جِسْمَ الْإِنْسَانِ عِدَّةَ سَنٍ دُونَ إِذْلَاقِهِ.

أَصْغَرُ فَاصْغَرِ

الْحُمَاتُ تُسَبِّبُ الْجُمُوحَاتِ الْكِيْمَاوِيَّةِ الْوَحِيدَةِ الَّتِي تُسَبِّبُ الْخَلَايَا الْحَيَّةَ.
هُنَاكَ الْحُمَاتِيَّاتُ (نَبِيَّةُ الْحُمَاتِ) الْأَصْغَرُ وَتَأَلَّفُ الْحُمَاتِيَّاتُ مِنْ قِطْعَةٍ أَصْغَرُ
مِنَ الْعَادَةِ الْكِيْمَاوِيَّةِ الْوَرَاثِيَّةِ رَدًّا (لِلْعَامِلِ الْوُجُوعِي الرَّبِّي) دُونَ عِلَاقِ
بَرُوتِيَّةٍ. وَهَذَاكَ أَيْضًا الْبَرُوتِيَّاتُ الَّتِي هِيَ أَصْغَرُ مِنَ الْحُمَاتِيَّاتِ، وَيُتَوَقَّعُ أَنَّهَا
تَتَأَلَّفُ مِنْ بَرُوتِيَّاتٍ قَطْعٍ بِغِلَافِ الْحُمَاتِ وَالْحُمَاتِيَّاتِ. تُسَبِّبُ الْحُمَاتِيَّاتُ
أَمْرَاضًا عَدِيدَةً فِي النَّبَاتَاتِ، فِيمَا تَسَبِّبُ الْبَرُوتِيَّاتُ الْهَزْأَ وَالشَّلْلَ (تَرْغِي
إِسْكَرَابِي) فِي الْأَعْيَامِ وَالْمَاشِيَةِ.

جزء من البروتومة



بروتون

حماتية



شعاع من لافتات
المكتبات

الجراثيم (البكتريا)

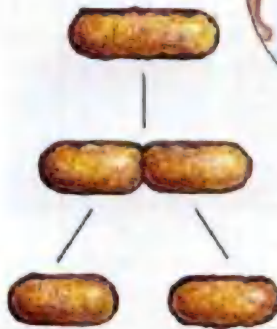
إذا تركت كوبًا من اللبن (الحليب) خارج البراد في طقس دافئ، فسيختمض اللبن بعد وقت قصير. إن سبب هذا التحوّل هو التّموُّ السريع لِمُتَعَصِّياتٍ مجهريّةٍ وحيدة الخلية بدائيّة النّواة تُعرَفُ بالجراثيم (البكتريا). والبكتريا هي أكثر الكائنات الحيّة انتشارًا على الأرض، فهي تتواجد في الهواء وفي التراب وفي جميع أنواع النباتات والحيوانات عليها، بما فيها الإنسان. حتى إنّ بعض أنواعها يوجد في الينابيع الحارّة وفي الجليد أيضًا. والبكتريا أنواعٌ مُختلفةٌ عديدة - بعضها مؤيِّدٌ



الطاعون الذئبي (الدُّبِّي)

قَبْلَ اختراع المُضادّات الحيويّة، كانت الأمراضُ الجرثوميّة أحيانًا تكتسح مناطق واسعة بأوبئة مُروّعة. فخلال القرنين الثالث عشر والسابع عشر، اجتاحت أوروبا الطاعون الذئبي، المعروف بالموت الأسود، ففُضِّسَ على ملايين البشر. وتُسبَّب هذا الطاعون جرثومة تعيش في الجُرَدَان وتنتقل منها إلى الإنسان بواسطة البُرغوث.

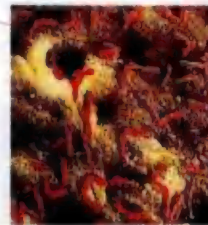
الخلايا لوبلية الشكل
بعض الخلايا
تؤلف سلاسل



التكاثر الجرثومي

تتكاثر الجراثيم (البكتريا) غالبًا بالانقسام - أي بأقسام الخلية إلى اثنين. ففي ظروف مُلائمة - من الدفء والرطوبة ووفرة الغذاء - تنقسم الخلية إلى اثنين كلّ ٢٠ دقيقة، أي إنّ الجرثومة تُنتج ثلاثة أجيال خلال ساعة واحدة فقط. ففي ٢٤ ساعة تُنتج الانقسامات المتكرّرة حوالي ٥٠٠٠ بليون بليون جرثومة!

بكتريا على سطح اللحم



القسيّة خروم
عسيريّة الشكل
يعيش مُفرّداً أو في
سلاسل

المُكرّرة مُكوّنة خلية
بعض المُكرّرات يعيش
في عناقيد أو في
سلاسل طويلة



الخلايا الجرثوميّة

الجرثومة أو الجرثوم
التّشويجي أصغر من الخلية
الحيويّة بحوالي ١٠٠٠ مرّة.
فلا تشاهدُ قاصديها إلا بالمُجهر
الإلكتروني، والخلية الجرثوميّة ذات
جدارٍ نسيجي، وهي غير مُنَزَّاة. وتعيش البكتريا
إمّا باستِخدام طاقة الكيمياء أو ضوء
الشّمس، أو بامتصاص موادّ غذائيّة من
الغسوبات المُتّة كغذاء النبات والحيوان، أو
من الخلايا الحيّة.



رُوبرت كُوخ

الطبيب الألماني

روبرت كُوخ

(١٨٤٣-١٩١٠).

ساهم في إرساء دراسة

البكتريا كعلمٍ جديّ. ففي العام ١٨٧٦، اكتشف أنّ الجرثومة المُتّة للجُذرة الخبيثة (داءٍ يُسببُ العائنية والإنسان) يُمكنُ أسبيلاته في المُخبر. كما شكَّح أيضًا البكتريا المُتّة لِلشَّعْبِ والهِبَّة (الكوليرا).

تُخرُ الإنسان

تعيّن في أجسادنا وعليها أنواعٌ عديدة من البكتريا. فالبكتريا دائمة التواجد في الدم لاصطاله بالهواء. هذه البكتريا تعيش بهضم سُخْلَيات الطعام، وإذا لم تُنكَلْ أشدّاتك بأنفسهم، فسيتراكم تلك البكتريا، تُكوّنة لُويحاتٍ فُلاحيةٍ يضاء أو تُضطرّ، كذلك تُهاجمُ الحوامض التي تُنتجها تلك البكتريا مِياه الأسنان المُتّة، ومن نُحرثها بعددُ التُخرُ بسرعة إلى الطبقات الطريّة تحتها.

مُزيد من المعلومات

السلالات من ٣٣٨
التخلّيل الفسيفي من ٣٤٠
الأسنان والفكّان من ٣٤٨
البيئة الباطنيّة (في الأحياء) من ٣٥٠
التُخرُ وتُراجله من ٣٦٢
خفايا وتُعلّومات من ٤٢٠

المتعضّيات الوحيدة الخليّة

الأماكن الرطبة كالبهار والغدران والأراضي السبخة تزخر بمتعضّيات وحيدة الخليّة تدعى الأوليات (البروتستا). ورغم أنّ هذه الكائنات الأولية أكبر من البكتيريا، فإنّ معظمها من الدقة بحيث لا يرى بالعين المجردة. والخليّة في الأوليات تختلف اختلافاً يَبيناً عنها في البكتيريا، فهي تحوي نواة بالإضافة إلى عضّيات تقوم بوظائف متنوّعة للمحافظة على حياة الخليّة. وتغذّي الأوليات بطريقتين: فبعضها يُخلّق الغذاء كالنبات - باستخدام طاقة ضوء الشّمس؛ وبعضها الآخر، ويدعى الأولي الحيوانيّة (البروتوزوا)، يتصيّد الفرائس ويأكلها. وجدير بالذكر أنّ الأوليات لا يمكن قُرُؤها قطعاً كشيء نبات أو شيء حيوان، إذ إنّ بعضها شيء بكلّيهما - يُخلّق طعاماً باستخدام ضوء الشّمس، وأيضاً يأكل متعضّيات أخرى.



شُرغاً المتنوّرة القسوي
حوالي سنتيمترين في الساعه.



هَيُول الخليّة السائقة شري
عبر الأقدام الثانية حاملة
نمعا لمخسبات.

كيف تتحرّك المتنوّرة؟

تستطيع المتنوّرة (الأميبية) تحويل بعض من هَيُولي حبيتها (الشكلويلازيم) إلى جاميد ضلّابي. ثمّ أعادته ثانية إلى الحالة السائلة - فصنعت بذلك "أقدام" توفّقه لدفع أقدامها كاذبة أثناء تحريك الأميبية. تصبح جوانب تلك الأقدام حامدة وتلتصق في موقعها، مما يسري الأجزاء الأمامية والداخلية إلى الأمام.



تدفعُ المتنوّرة أقدامها
كاذبةً باتجاه تحريكها.

تدفعُ كاذبة

تُخلّق النواة أعمال الحايّة.
عدد التكاثر تنقسم النواة
والخليّة كلاهما إلى شملتين.

المتنوّرة (الأميبية)

المتنوّرة (الأميبية) نوعٌ خاص من الأوليات التي لا شكل ثابت لها فتتحرّك حليتها الوحيدة الكبيسيّة الشكل بالاسباب في أيّ اتجاه. تتوسط المتنوّرات المياه وتغذّي باعتبار الفرائس، فتختبِر الطعام في فتحات تدعى فتحات غذائية حيث يتم هضمه لاحقاً. تتكاثر المتنوّرة بانقسام الخليّة إلى الشّتين.

هَيُول الخليّة السائقة

هَيُول الخليّة السائقة

المجهرات الغذائية تهضم كل
ما تغذيه المتنوّرة ثم تغلب
بالفضلات خارج الخليّة.

تعدّل الفجوة الظّرم كالمضخة،
فتمصّغ الدم الفلانس ثم تُزوّقه
خارج الخليّة.

تجولُ التّديتيوم
باحثة عن طعام

صراغ الأوليات

قد تتحرّك الأوليات صغيرة، لكن عالمها يضمّ بعض الكائنات الضاربة - هاء، المديتيوم لها جمل الريايتيوم مطنقة حيوانا مائة على فريستها عند بدء المعركة. وبالرغم من أنها أصغر من فريستها بكثير، فهي تمسك بملامحها. هذان الكائنات الأوليات كلاهما من الهدييات التي تحذف غير الماء بواسطة شعيرات دقيقة تدعى أهداب.

لقد اصطلحت التّديتيوم الخفا
ميراميتيوم فرائسك تملّص تشبّه لاحقا
فريستها الضخمة. وبعد ساعتين أو ثلاث
تسعى في طلب الغذاء كخفا.

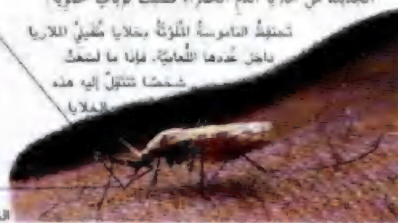
الناموس (البعوض) والملاريا (البرداء)

الملاريا داءٌ خطير ينتشر بخاصّة في المنطقة المداريّة، وتسمّى طفيليّ الملاريا (الپلازموذيوم)، الذي ينقله البعوض في عُدده المتعاينة من الشّهاب إلى شخص سليم حيث يتكاثر داخل كبده وخلايا دمه الحمر. وكلّ بضعة أيام تخرج خلايا الطليان الأولى الجديدة من خلايا الدم الحمر فيسبب لها موتاً حثوياً.

تتمنّى التاموسة الملوثة وخلايا طفيليّ الملاريا داخل عُدده النعاميّة، فلماذا ما لمعت شخصاً تنتقل إليه هذه الخلايا.



خليّة دم
بطريقة حمراء



الناموسة (البعوض) (انوفيليس أرواينسي)

الأوليات بائيّة الشّعور

الشّعيرات كانت أوليّة تعيش داخل مجاري مجهرية عبي بالكالسيوم. وتتوسّع على سطح كلّ مجاري تشارب دقيقة تتحرّ منها "أقدام" خاصّة ليمتص الغذاء. تعيش الشّعيرات في البحر بأعداد ضخمة؛ وعندما تنمو تتراكم متخارماً فوق قاع البحر وتتحوّل مع الزمن إلى صخور - كالجرف البيضاء الطباشيرية الشّبيّة أعلاه.

لمزيد من المعلومات انظر

الجرانيم (البكتيريا) ص ٢١٣
الخلايا ص ٢٢٨
التخلّص الضوئي ص ٣٤٠
التكاثر اللاجنسي ص ٣٦٦
خفايا ومعلومات ص ٤٢٤

الفطريات

الفطريات عالمٌ من المتعضيات السوية تنوّي الخلايا - منها المألوف الكبير كعيش الغراب والفطر الغاريقوني والكمأة، ومنها المجهرى الوحيد الخلية كالعفن والخمائر. تتألف الفطرّة الكبيرة من قسم ظاهر مقلبي الشكل. ومن كتلة خوطان دقيقة متوالية في الشربة أو في مواد عضوية كالخشب المتهترئ. والفطريات، بخلاف النباتات الخضراء، عاجزة عن تخليق غذائها؛ لذا تعيش متطفلة على كائنات حية أخرى أو على مواد عضوية ميتة. والفطر مع البكتيريا، من المتكاثرات المهمة في تحليل بقايا النبات والحيوان معيدة موادها الكيميائية لتستعمل مجدداً. وتتكاثر الفطور خضرياً وجسئياً، والكثير منها يصيب الإنسان والحيوان والنبات بأمراض مختلفة. بعض الفطور يؤكل، ومنها ما يستخدم في التخمر وفي تحضير المضادات الحيوية كعفن البنسلين.



نكهات فطرية عطرية

رغم أن بعض الفطر سام، فالكثير من الأنواع المأهولة يستخدم في إعداد نكهة شهيرة على بعض الأطعمة. كتل الشب اعلاه تُلوث بفطر التيسليم الذي ينمو عليها فيكسبها نكهة خاصة.

غاريقون الذباب

غاريقون الذباب (أمانيتا مسكاريا) فطر سام يتكاثر بتكوين زووسي يطلّية ذات تقاطيع خبيثية هي شعوحها المثلثية. في هذه الخبايا تتكون الأبواغ الشبيهة بالزئزر الدقيقة. وحسب نظرك الأبواغ تدور بها الرياح، فإن وقع البوغ في مكان ملائم، ينمو مُكوّنة كتلة خوطان فطرية جديدة.

الفطريات الوحيدة الخلية

الخمائر فطرٌ متفردة وحيدة الخلية يتكاثر غالباً بالتبرعم. وهي تعتمد بالتكاثر فيخولة إماها إلى شجيرة أو مواد أخرى في عدلية تدعى الاختمار. وتستخدم الخمائر في إنتاج المشروبات الكحولية وفي تخمير العجين.

خلايا الخميرة (سكاروميسيز سيريفيشيا)

السير ألكسندر فلمنج

عام ١٩٢٨ لاحظ

العمر السني

الاسكتلندي

ألكسندر فلمنج

(١٨٨١-١٩٥٥) أن عتاً

لوث المستشفيات البكتيرية

في أحد الأطاق في

مخبره فأبادهما. فعزل

فلنج المادة التي أنتجها

الفطر. وأسماها البنسلين - أول عقار من

المضادات الحيوية. ونتيجة لأبحاث

لاحقة أُنقذ البنسلين حياة ملايين

الأشخاص.



فقع الذئب

(الايكوبودون)

بايريفورمي)



فقع الذئب (الفطر الكروي الثنائي)

تتكون أبواغ فقع الذئب داخل

وأس كروي. هنا الرأس جفت

تدريجاً ليبدو كنبأ أحرف

يتسبح بنس حيوان أو فطرة

فطر باعاً الأبواغ عبر

نظ قش ف.



الفطريات حوالى المنزل

تنمو أبواغ كثيرة من الفطريات داخل المنازل وتؤلفها. كالعفن الذي ينشقر على الجدران الرطبة الباردة فتكون بقعاً سوداء. كما يهترئ العنبر الحاد (ميريولا لاكريماس) الخشب في البيوت القديمة. كذلك ينشب العفن الفطري والفساد أشجار الحدائق وتحاصيل المزارع.

معالجة البطاطا

عفن البطاطس فطرٌ غير متجاري التاريخ. ففي منتصف القرن التاسع عشر - ضرب هذا العفن (فيتوفترا) البطاطس نبات البطاطا في أيرلندا على مدى عدة سنوات متتالية، مما اضطر آلاف الناس المنطرون جموعاً للهجرة إلى أمريكا الشمالية.

المزيد من المعلومات الفطر
الحرثيم (البكتيريا) ص ٣١٣
الخليل: عضون ص ٣٤٠
الاعتداء ص ٣٤٣
التكاثر اللاجنس ص ٣٦٦
دورث في الغلاف الحيوي ص ٣٧٢
الفضلات وإعادة تدويرها ص ٣٧٦
سقايل ومعلومات ص ٤٢٠، ٤٢٢

مائي
طحاب
في
مقوا
من
تولها ٥٠ متر في
قد غلها قد يبلغ
والكلب الجمال في
من كاليغورنيا،
حيث يستعمل "غايان"
المأوى والغذاء للكثير
هرة كالاسماك
البحر.

وفرة من الطحالب
يوجد أكثر من ٢٠.٠٠٠ نوع
من الطحالب، تتكاثر حتمًا بين
هذه الأنس المائية المشهورة المعروفة
بالقولنوكس وبين الكلب الجمال.
تأكل القولنوكس من ثمرة خلايا
موضعة في رضيع غلامي. وتتكون
المستعمرات الوليدة داخل المستعمرة
الأم ثم تنبت عندما تنزع حتمًا كائن
تفجر المستعمرة الأم لتطلق المستعمرات الوليدة.

عَمَلًا قُوتًا مَائِي

وَفَرَّةٌ مِنَ الطَّحَالِبِ

وَجَدُ أَكْثَرَهُمْ مِنْ ٢٠,٠٠٠ نَوْعٍ

من الطحالب، تتكاثر جنسياً بين
هذه النبتة المائية المشهورة المعروفة
بالقولشوش وبين الكلب الجملاق.
تألف القولشوش من كرة خلايا
موضعة في وسط غلامي، وتتكون
المستعمرات الوليدة داخل المستعمرة
الأم ثم تنبت عندما تبلغ حداً كافياً

تَفْعِيزُ الْمُسْتَعْمَرَةِ الْأُمِّ لِنُطْقِ الْمُسْتَعْمَرَاتِ الْوَلِيدَةِ.

استعمالات الأعشاب البحرية

لعلك تصادف الأعشاب النعناعية يوماً دون أن تدري، فإليك
هذه الأعشاب شتخلف عادة في قليب
قوام البوظة، وهي الشوكبات والبراء
ومعاجين الأسنان - وحتى في
المصنجات. والأعشاب غنية
بالمعادن الشفيدة، لذا نجتمع
أحياناً لقم المصنجات.

سَنَحْلُصُ الْكَرَاعِيَانِ
مِنَاتِ مِنَ الْأَعْصَابِ الْبُخْرِيَّةِ
فَدَمَّ كَمُفْلَظَاتِ لِبَعْضِ الْأَطْعَمَةِ.



السراخس الشجرية

الشراخس الشجرية أطول

المباحثات اللازمه على

وهي تنمو غالباً في الماء

تعداد: ۱۰۰

مجلس الشورى

مديان شر الحظ
الشر الحظ

سنة

 $\Delta^2 \approx 0$

هيات سنة

جذر امتحان

100

[illegible]

عن عثمان

يُرْسَى حُطْبُ الْعَمَلِ فِي قَامِ
الْبَحْرِ مُنْقَطِعٌ مِرْسَاوِي بِشِبْهِ
الْحَبْلِ

الحِزَابُ

شُرسي الحزاز
شعيرات ضئيلة
خضريه تدعى جذراينيات

كُتِلَتِ الْخَزَارُ تَأَلَّفَ مِنْ تَكَاوُنِ ثِيَابٍ مُقَرَّبَةٍ فَوْقَ صَخْرٍ
أَوْ جَدَعِ شَجَرَةٍ. يُطْلَقُ الْحَزَارُ أَوَاغَةً مِنْ عُثْيَابٍ
مُخْمُولَةٍ عَلَى سَوَاقٍ صَغِيرَةٍ. وَالْهَا عَطَلْتُ عَنْ كِتَابٍ
مَعْدٌ تَشَاهِدُ لَكَ الْعُثْيَابُ أَحِبَّائًا.

الكبديات

الكبديات الضلعية وقعة العسل
بالحواربات. فهي نبات
مُشطحة تشبه قطعاً من الشريط
الأخضر. ومع تقدم نمو أذن
يتابع الشريط الانقسام إلى
ثلثين. تنمو الكبديات
الأمكن الرائدة الرطبة. كالسجوف
الصخرية وعباب الخدول.

الحزب من المعلومات انظر

المحلايا ص ٢٢٨

التخليقي الشرايبي ص ٣٤٠

نظام النقل في النبأ ص ٢١

النظام الانتخابي ص ٣٦٦

التأصيل العنصري ص ٣٦٧

حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ١٢٠

الصَّنوبريّات

الصَّنوبريّات (أو المخروطيّات) لا تُزهَرُ ولا تثبّت من أبواع، فكيف تتكاثر؟ والجواب هو أنها تُكوّن سحاريط (أكوارًا)، والمخروط يتجّ إما خلايا ذكريّة أو خلايا أنثويّة، وتُثَلّ الخلايا الذكريّة إلى الأنثويّة لتكوين البُزور. والبُزور، بخلاف الأبواع، كاملة بمُددها الغذائيّ للإنبات. هنالك حوالي ٥٥٠ نوعًا من الصَّنوبريّات كلّها تقريبًا شجريّة، كأنواع الشوب (الشوح) والصنوبر، مُعظمها ذو ورف عسيّ رفيع، حُرشفيّ أو إبريّ، يحتمل البُزْد القارس. وفي بعض مناطق العالم القاسية يَبُزْد الشتاء تولّف الصنوبريّات جراجًا تمتدّ على مدى الألف.



صُنوبر الشيلي (مناخ الفروه)

صُنوبر الشيلي (أوروغوايا أو آرژانتينا) من الصنوبريّات غير العادية، فهو ثنائي السكون تنمو أكوار الذكريّة والأنثويّة على أشجار مُنفصلة، وأورده جديّة حادّة.

يسقط القور الذكريّ الطريّ ملايين حبيبات اللقاح (الخلايا الذكريّة) في الهواء



الأكوار الأنثويّة التي تسوي قلمة عن الاغصان فيتمّ إحصاء خلاياها الأنثويّة بحبيبات اللقاح الذكريّة المساقطة عليها من الهواء

تغلّف الحراشف في طبق رطب



الأكوار والبُزور

الأكوار الثامّة البُزور حاملة البُزور مُعلّقة الأشكال والأحجام - مُعلّقة خشبيّة، لكن بعضها طرق لإعرج الشكل. أكوار الصنوبر والرائنجيّة (شيبا) تُسقط حباتها كاملة على الأرض، لكن كبران الأرض والتُوب تتعلّق بحدّ على أغصانها.

كلّ حراشف تحمي رويها من البُزور المُخْلِص

تغلّف الحراشف في طبق رطب

مضيئة كهربائية

أحسّ هذا العنكبوت وحفظ مُد ملايين السنين في الكهرمان الشبكيّ الراتنجيّ المُستخرج. فالراتنج شديد اللزوجة لتسجنته الصنوبريّات هذه الحشرات عن شجر خشبها. ليعاد الشجرة الصنوبريّة يُز هذا الراتنج إذا خرج، فيختلّ الحشرات أو العناكب التي تُلاصق



أوراق الصنوبر (تشموس بالكان) الأبرّة المُسطحة تنثر على جديّ الفصير المُطالين

أوراق صنوبر استقطبت (يُسمى سيلستريس) إبريّة رفيعة تنقل لأوراقها

أوراق الصنوبريّات

معظم الصنوبريّات ذات أوراق صغيرة، جليّة لدومّة أو أكثر، وهي ليست كلّها إبريّة الشكل. فالكثير منها ليس مُثلث بل يرفّ بالحراشف. ومن الصنوبريّات فئة تُسقط أوراقها في الخريف، منها إبريّة الأراكس وبُزور المُستقطات (الكندوبوم هينكوكم).

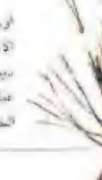
الصنوبريّات القديمة

صُنوبر أمريكا الشماليّة الهاليم الكبران (يُسمى لونيغا) هو أقدم الأشجار الحيّة في العالم. ويبلغ عُمر بعض النشويّ بها أكثر من ٦٠٠٠ سنة. وبمكث العلماء على دراسة مُتعدّدات الأبرّة في جفوعها لإعرجها عُلات مُتّاح العالم عُمر الشجر



أوراق الصنوبريّة العنقا (بستوبامادون حبيّسوم) دليلاً على شجرة الشكل من الاغصان

أوراق الأراكس الأبريّة (البركس) (بستوبامادون) تنقل في صافٍ ونسقة في الخريف



أزيد من المعلومات المُطل

المنشآت المُستعمدة من ٧٤٩ الإخريّة (الساعات الإبريّة) من ٣١٨ نظام النقل في النبات من ٣٤١ النمو ونماجه من ٣٦٢ غابات المطقة المعتدلة من ٣٩٦ حقائق ومعلومات من ٤٢٠، ٤٢٢

الزَهْرِيَّات (النباتات الزهرية)



خشبك اللقاح من أزهار أخرى
للقول على البسمة (السمكة).
فزهرة الخشخاش يستغل فيها
إخصاب التبييضات
تأتي باللقاح
من مظهر
اسودتها.

تنتج عيشة
اللقاح (الحمار)
اللقاح في مظهر
الاسدية متشبه
الصبرات الزهرية
يغسل. وتغل فيغنا
منه الى ازهار أخرى

تؤلف زهرة
الخشخاش تحسبه
زويقتان كاستيلان وهما
تنتقلان بعد تلقيح
الزهر. زهرة الخشخاش
المتشعبة تنوي في
اليوم التالي.

الخشخاش من ذوات الفلقة،
اوراقه شبيهة الغرور. وازهاره
رباعية التوتجيات كاللكن من
ذوات الفلقتين.

الخشخاش السَّاع

الخشخاش السَّاع (البرقوق أو الشَّعْب)
يُنتج زهرية حركية لموجبة، تنمو وتزهر
وتكبر وتنمو في موسم واحد.
النباتات الحركية سريعة النمو في أي
تُغذى مكشوفة من الأرض. فالبرور
المستقرة تبقى هاجعة حتى تصبح
الأحوال ملائمة للإنسان. وقد يستغرق
ذلك أحياناً عدة سنوات. أما النباتات
المعمرّة فتعيش أكثر من موسم واحد،
وهي ذات جذور متطورة - تكبر
بعضها الغذاء تحت الأرض في
بصيلات أو عسافل. بعض
التعمرات يزهر مرة واحدة، لكن
مقطعها يزهر سنوياً.

أزهار متفصلة الجنس

جلاً في زهرة الخشخاش الجنى
(التي تعمر أعضاء التذكير والتأنيث
معاً)، فإن تلك الجوار (البرقوق)
سابقاً، ذات أزهار ذرية أو أنثوية
مفصلة. أما تلك الكبرى المتكورة
(الكبيبات) تتأنيث (أزهارها
أحادية الجنس إما ذرية أو أنثوية).



زهيرك القزص
السفراء تنتج لقاح
اللقاح والتبييضات.

زهيرك شعاعية



زهرة مَرْجِيَّة

زهرة الأقحوان (لبس بريس) زهرة مَرْجِيَّة. يأنث
رؤسها من زهيرات عديدة صفراء لاطئة في قرص
وسمك تحيط به زهيرات شعاعية حافة لحول كل منها
لويحية (تتلة) واحدة بعداد.



لقاح الفيار

الطلق الربيحي

يتم تأبير (تلقيح) النباتات
الغنية بواسطة الرياح. إذ
تندلى مابرها فتدبر الرياح
تجار القلق بها في
الهواء. وتتلقي التبييضات
بحدى كزيات هضات
النباتات الأحادية الفلقة.



زهرة أنثوية ذات
بصيل طويل.



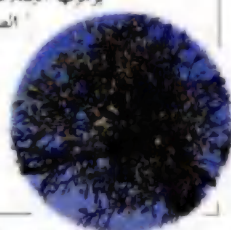
شجرة كوكي زهرية (يونس بولانا)

الأشجار والزهر

الشجرة تنتج ذات جذوع خشبي
طويل مقد. بعض الأشجار
صنوبرية إبرية أو حركية
الأوراق، ومئات أخرى من
الزهرات عريضة الأوراق.
أشجار الكرز تنتمي إلى الفصيلة
الوردية من الزهريات.

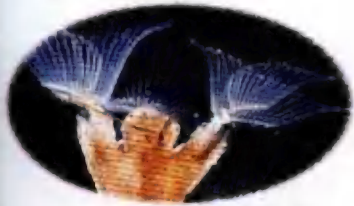
النباتات الطقبيّة

بعض النباتات تختلج كل غذائها أو يعضه من
سواها. فتجوز الهذال (مفكوك أليم) تخترق
أغصان الشجر وتمتص ششها. والتهذال جزئي
التغلق، إذ إنه قادر أيضاً بأوراقه الخضراء، على
تطبع الغذاء بالتخليق الضوئي. أما الرنطليزيا،
يزهرها العملاقة، الشبيهة على
الصنفة السقاية،
فهي تبتغ طقبيّة
بالكاييل.



قناديل البحر والشقائق البحرية والمرجانيات

قناديل البحر والشقائق البحرية والإسفنج حيوانات لا قناريّة (عديمة الصلب). تؤلف اللاقناريات حوالي ٩٧ بالمئة من جميع أنواع الحيوان على الأرض، وتوجد بأنماط وأشكال شائعة مدى النابن، وأساليبها في الاغذاء والتناسل مختلفة ومتعددة، والكثير من اللاقناريات مائي العيش - بعضها يقضي حياته البالغة سابحا أو متجسرا مع التيار، بينما يظل البعض الآخر مثبتا في بقعة واحدة. والحيوانات الخزازية والإسفنجيات ترشح غذاءها من الماء، أما قناديل البحر والشقائق البحرية والمرجانيات فهي من شعبة الديداريات (القناريات) التي تهاجم فرائسها بخيوطات لاصقة. والديداريات كلها مدوّرة الأجسام دون رأسي أو ذيلي، وذات تجويف قضيبي وحيد الفتحة.



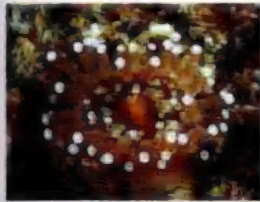
مستعمرة حيوانات خزازية

تبدو المستعمرة الحيوانية الخزازية، بالغرض المتحركة، أنه يشبه وهي، في الحقيقة مجموعة من الأفراد الحيوانية الدقيقة، يعيش كل منها داخل شجيرة شبيهة. ويتنفس طعامه يتدفق من الفواصس حول الشجيرة الوحيدة، وإذا أخرج الحيوان تكتسب لونه داخل الخبز.



الإسفنج

هل تعلم أن بعض أنواع الإسفنج الحثام كان قد نكس حيوانا بحرية حيا؟ الإسفنج الحي شقشق خلايا حاملة وبضعة الفعلي، يسري الماء من ثقب الإسفنج إلى الداخل، ويخرج من ثقب حادته إلى الخارج بعد ترشيح وحساس أي طعام صالح فيه ينضاف دليلا إضافيا لامصاص.



المرجانيات

بعض المرجانيات تعيش فرادى، وبعضها الآخر ينمو في مستعمرات كبيرة، ويتراكم ببطء طبقة فوق طبقة لتشكلا شعاعا مرجانيا، والمرجان ليلى الاغذاء عاكس، فتلطف لوانه شبيهة العاء ولونها إلى تجويفه القضيبي.

لزيد من المعلومات انظر
الكائنات الحية ص ٣٠٥
النمو وتراجه ص ٣١٢
التكاثر اللاجنسي ص ٣٦٦
التناسل الجنسي ص ٣٦٧
التكاثر ص ٣٨٥
حقائق ومعلومات ص ٤٢٠



الشوكة القناريّة (البراليا قيرالها) هي بيداوي مدوّري

الديداريات

العامة الزرقاء الكسبة الشكل يشوكة برتقالية كثير حجم للحيوانات البحرية وللشبابعين الذين ينفذونها، إن قنديل البحر الحقيق هو، في الواقع، حيوان مدوّرة يسير عبر الماء بحركة يناعية. لكن الشوكة القناريّة هي مستعمرة طافية من حيوانات عديدة من الشوكلات تعيش وتعمل معا. بعض هذه الشوكلات يتكون لوانس طويلة تلتصق القرائن ويرفعها إلى الداخل، وبعضها تلتصق بقطر الطعام، بينما يقوم البعض الآخر بوظيفة التكاثر.

الشقائق البحرية

تعيش قنادي أو في جدران صغيرة



شدة الماء

الشقائق البحرية

إذا استطعنا تباينة صغر هذا الجزء، قد نجد أحيانا نوايط علامة صغيرة لرجة لاصقة بالمشهور - ناعها شقائق بحرية. وتثبت شقائق البحر بالمشعر لرجة فضاء من. وتثبت الشقائق خلف لوانية تحت الماء لتستفيد الحيوانات العارية بالحوار لها، إياها بخيوطات الخيطية (خيوطه اللصقة). أما أثناء الجزر فتسحب شقائق النظم لوانية إلى الداخل حتى لا تجف.

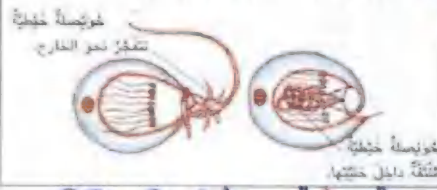


دورة حياة ديداري تتدور

يسهل حول لوانس الشوكة القناريّة، فتسبب بالمقاومة إلى ٢٠م. وإذا ما اصطاد لوانس سكة يتكسب لونها شدة.

لسع قنديل البحر

لوانس قنديل البحر مغطاة بخلايا حادة تحوي خيوطا لاصقة وثيقة اللصق تدعى خيوطات خيطية. فإذا لامس حيوان عابر إحدى تلك الخلايا، تتلف الخيوطات الخيطية نحو الخارج، وهي تحسّن حذاء من اللانبة تنقلب الخيوط باطنها فاذرها حاجة القريسة بنهاياتها المداقة. لمعظم الخيوطات الخيطية تحت القريسة بالشم، لكن بعضها يلفت حول القريسة لتسحبها من الإفلات.



خوئيلة خيطية تتلف نحو الخارج. خوئيلة خيطية تثبتة داخل خيطها.

الديدان

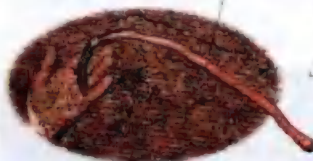
فضلات من
الزمل والوقل
الشريطيّة (الدودة
الرحيمة)



الديدان الشريطية

جسم الشريطية (الدودة الوحيدة) المستطع أشبه سلك طويل. تلتصق البيوض، تعيش الدودة في أعماق الحيوانات المنسية، كالقطط والكلاب، تتشبّه بها بواسطة المنصات والخطاطيف في رأسها، لتلتصق الشريطية الغذاء من عائلها (المضيف) وتطلق البيوض في أكياس تفرغ عن جسمها.

تساعد الحشرات في الحصاد الأرضية - فهي تحفرها طبقات الأرض وتخلطها، تيسر تنويرها وتخلل الماء فيها.



الفران البحرية

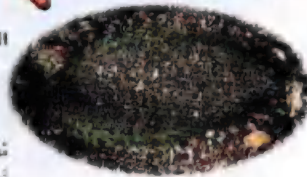
الفران البحرية الشريطية (أفرويت الأبوليان) هي دودة لا تشبه الديدان شكلاً فهي يتحتم قصه إلى شخص بالغ، ذات جسم متطويع عريض مثل المذئب. هذه الفران تختبئ جحوراً في الوحل والرمال في قاع البحر وتأكل ما يصادفها من الحيوانات الصغيرة.

المزيد من المعلومات أنظر
الهايكال الذائعة ص ٣٥٢
الأغصان ص ٣٦٠
البئر وزراجه ص ٣٦٣
التشخيص الجنسي ص ٣٦٧
المشغلات ص ٣٨٦
حقائق ومعلومات ص ٤٢٠

إذا سبرت على شاطئ البحر بعد الجزر، فقد تشاهد لفائف من الرمل الموجلي أشبه بمعجون أسنان انبتت من أنبويه. وهي في الواقع فضلات ديدان غروية حلقية خبيثة تحت سطح الرمال. هذه الديدان حيوانات ذات جسم طويل مُشدّج إلى حلقات عديدة؛ وهي كالحراطين (ديدان الأرض) والعلقي تسمى إلى شعبة الحلقيات (الديدان المُشدّجة) التي تولّد قسماً صغيراً من الديدان التي كلها حيوانات لا فقارية. هنالك شعبتان أخريان كبيرتان من الديدان هما شعبة الديدان المستطحة وشعبة الديدان المدوّرة (المُسودة)؛ وكلتاها غير مُشدّجة يعيش الكثير منها طفلياً داخل الحيوانات الأخرى. والديدان الطفيلية عامة الانتشار في الحيوانات البرية لكنها تغزو أيضاً الحيوانات الداجنة والمُدَلّلة. ويتسبّب بعضها في أمراض تصيب الإنسان كالعمى النهري (داء كلابية الذئب) وداء الفيل.

الخراطون العملاقة

أستراليا هي موطن الخراطون العملاقة (ميجاسكوليس أوسترايس) التي قد يزيد طولها على ٣ أمتار. وتعيش هذه الديدان، كأقاربها الأصغر، بأنتاج التراب وتقسّم محتوياته العضوية.



المعالجة بالعلق

جسم العنقة مُشدّج ذو نتش في كلا طرفيه. يغتذي الكثير من أنواع العلق بالدم، فيقرّ، بعد العضم، مادة كيميائية مانعة للتجلط. وكان الأطباء فيما مضى يستخدمون العلق لإفشاء الدم من المرضى.



بالاستعانة العنقة أو لتتغذى بدمه كمية من الدم تساوي ثلاث أو أربع مرات وزنها.

ديدان الصدوع

ديدان الصدوع العملاقة هذه شوهدت للمرة الأولى عام ١٩٧٧. فهي تستوطن قاع البحر حول مؤهات تتدفق منها البنية الشسحة بُركانيّة غير قشرة الأرض. تحوي هذه الديدان ضرراً من البكتيريا يستمد الطاقة من كيمويات تلك المياه.



المشرفة البشرية (اسكاريس ليريكوليس).



المَفْصَلِيَّاتُ

أَكْثَرُ شَعْبِ اللَّافَقَارِيَّاتِ هِيَ الْمَفْصَلِيَّاتُ. وَهِيَ حَيَوَانَاتٌ مُتَفَصِّلَةٌ الْأَطْرَافُ، مُتَشَدِّقَةُ الْجِسْمِ ذَاتُ هَيْكَلٍ خَارِجِيٍّ (قَشْرَةٌ صُلْبَةٌ خَارِجِيَّةٌ). وَهَذَا الْهَيْكَلُ مُتَفَصِّلٌ أَيْضًا بِحَيْثُ تَشْتَبِهُ أَجْزَاؤُهُ لِتَسْمَحَ لِلْحَيَوَانِ بِالْحَرَكَةِ. وَخِلَالِ الشُّمُورِ يُطَرِّحُ الْحَيَوَانُ هَيْكَلَهُ الْقَشْرِيَّ هَذَا، مِنْ حِينٍ لآخر، لِتَبَسُّرِ لُجْسِهِ النَّمُو وَالتَّمَدُّد. أَنْوَاعُ الْمَفْصَلِيَّاتِ الْمَعْرُوفَةُ لَدَى عُلَمَاءِ الْحَيَاءِ تُفَوِّقُ الْمِليُون، وَمِمَّا يَجْعَلُهَا أَضْعَفَ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْأَنْوَاعِ الْحَيَوَانِيَّةِ عَلَى الْأَرْضِ. تَشْمَلُ طَائِفَةُ الْحَشَرَاتِ قُرَابَ ٩٠ أَلْفَةً مِنَ هَذِهِ الْأَنْوَاعِ، وَتَتَوَرَّعُ بَاقِي أَنْوَاعِ الْمَفْصَلِيَّاتِ عَلَى طَوَائِفِ الْعَنْكَبَاتِ وَالْقَشْرِيَّاتِ - (كَالسَّرَطَانِ وَالْكَرْكَنْدِ) وَكُثِيرَاتِ الْأَرْجُلِ (مُرْدَوَاجَاتِ - الْأَقْدَامِ - الْقِيَّةِ الْأَرْجُلِ، وَشَفَوِيَّةِ الْأَقْدَامِ - وَثَوِيَّةِ الْأَرْجُلِ).



تَعِيشُ السَّرَطَانُكُ (الْمُطَلَعُونَاتُ) الْعَنْكَبِيَّةُ الْمِثْلَاقَةُ فِي قَاعِ الْبَحْرِ، لَهَا قَشْرَةٌ الْهَيْكَلِ فِيهَا تَعَزُّزَةٌ بِالْكَالْسِيُومِ مِمَّا يَجْعَلُهَا شَدِيدَةً بِالْعِلَّةِ الْمَتَالَةِ

الْقَشْرِيَّاتُ

يَعِيشُ كَثِيرٌ مِنَ الْقَشْرِيَّاتِ فِي الْبَحْرِ، وَهَذِهِ تَبَسُّرُ لَهَا الشُّمُورُ إِلَى أَحْجَامٍ أَكْثَرُ مِنْ مَفْصَلِيَّاتِ الْبَابَةِ لِأَنَّ الْمَاءَ، بِأَنْعَامِهِ الْقَلْبُونِ، يُدْعِمُ هَيْكَلُ أَجْسَادِهَا الْكَبِيرَةِ. أَضْعَفُ الْقَشْرِيَّاتِ هِيَ السَّرَطَانَاتُ الْعَنْكَبِيَّةُ (مَأكْرُونِيَا كِينِيْفَرِي) الَّتِي قَدْ تَبَلَّغَ، بِمُوسَطَةٍ الْأَرْجُلِ، ٣٠.٥. بِالنِّقَابِ، فَإِنَّ بَعْضَ الْقَشْرِيَّاتِ ضَخِيمُ الْجَسَدِ جَفَاءً فَبَرَأَتْ الْمِيَاهُ الْعُلْيَا، وَهِيَ مِنَ الْقَشْرِيَّاتِ، لَا يَزِيدُ خَبَرُ الْوَاحِدِ مِنْهَا عَلَى لَفْظَةِ الْكِتَابَةِ. هَذَا وَتَعِيشُ قَلَّةٌ مِنَ الْقَشْرِيَّاتِ، كَحِمَارِ الْفَيَّانِ عَلَى الْبَابَةِ وَتَتَنَفَّسُ الْهَوَاءَ لِكُنْهَافِهِ، عَادَةً، بِحَاجَةٍ إِلَى الرُّطُوبَةِ.



مُرْدَوَاجَةُ الْأَقْدَامِ وَشَفَوِيَّةُ الْأَقْدَامِ

مُرْدَوَاجَةُ الْأَرْجُلِ وَالْقِيَّةِ الْأَرْجُلِ لِيَدُو مُتَمَاتِلَةٌ لَمَّا تَمُوتُ عَنْ تَقْدِيرٍ لَكِنْ يُسَكِّنُ التَّخَرُّقَ بِهَا بِسَهُولَةٍ إِنْ مَا لَمْ تَحْتَضِرْهَا بِقَلْبَةٍ فَيُتَرَكُ الْأَرْجُلُ لِحِيلِ زَوْجَتَا وَاحِدًا مِنَ الْأَرْجُلِ فِي كُلِّ شَدَقَةٍ، يَمِيزُ الْقِيَّةِ الْأَرْجُلِ، الْمُتَمَدِّجَةُ الشَّدَقَةُ زَوْجِيَّةٌ، تَبْدُو وَكَأَنَّ لَهَا زَوْجِيْنِ أَرْجُلِيْنِ فِي كُلِّ شَدَقَةٍ، فَهَذِهِ فَإِنَّ مَرْدَوَاجَةَ الْأَرْجُلِ صِبَاةٌ تَنْتَلِزُ فَرَانِهَا بِكُلَّيْهَا السَّائِلِيْنِ، فِي حِينِ الْغُلَاظَةِ الْأَرْجُلِ بِالنَّيَّاتِ الْمُتَحَلِّقَةِ، وَتَسْرِعُ كَلَا الْوَقْتِ إِلَى الْعَيْشِ فِي الْمَنَاطِقِ الرُّطْبِيَّةِ الْمُنْقَلِقَةِ.



يَتَأَلَّفُ جِسْمُ الْعَقْرَبِ الْأَرْجُلِ مِنْ شَدَقٍ عَاطِفَةٍ مُتَمَدِّجَةٍ زَوْجِيَّةٍ، فَيَبْدُو لَهَا زَوْجَانِ مِنَ الْأَرْجُلِ فِي كُلِّ شَدَقَةٍ

العقارب

بَعْضُ الْعَنْكَبَاتِ يَتَمَدَّدُ صَغَارُهُ حَتَّى تَسْتَطِيعَ تَغْيِيرُ أَمُورِهَا بِنَفْسِهَا، فَأَتَى الْقَرَبُ نَدَى صَغَارُهَا مُكْنِيَةً الشُّكْلَ، فَتَنْطَلِقُ الْقَرَبِيَّاتُ طَوْرَ الْأَمِّ وَتَسْكُنُ عَلَيْهِ تَحِيَّةً بِحُلْبِ الشَّيْرِ السَّامِّ. وَتَعْدُ أَنْ تَقْرَحَ الصَّغَارُ جِلْدَهَا لِشَرِّهِ الْأَوَّلَى تَحِيَّةً مِنْ تَحْتِهَا إِلَى الْأَرْضِ.



الْعَقْرَبُ الْوَهْقِيُّ يَقْتُلُ غَرِيْبَهُ بِوَسِيلَةِ وَهْقِي يَدَيْهِ الْعُظْمَاءِ، بِدَلَالَةِ حِينَ الشُّعْبِ

غُرُلُ الشُّعْبِ

يَنْسُجُ الْعَنْكَبُوتُ شَعْبَهُ مِنْ خَرِيرِ غُرِيٍّ بِالْهَرَوَاتِيْنِ، وَيَتَكَوَّنُ هَذَا الْخَرِيرُ دَاجِلٌ غَلِيظٌ خَاطِقٌ فِي بَطْنِ الْعَنْكَبُوتِ ثُمَّ يُدْفَقُ صَانِدًا عَمَرٌ لَوْحَاتٍ دَقِيقَةٍ تُدْعَى الْمَنَازِلَ، وَيَتَجَمَّدُ الْخَرِيرُ السَّائِلُ بِمَلَاغَاةِ الْهَوَاءِ، وَهَذَا يَسْتَعْرِفُ تَسْجُ شُعْبِ دَائِرِيٍّ، كَالْمِشْرِينِ هُنَا، قُرَابَ السَّاعَةِ.



يَبْدُو الْعَنْكَبُوتُ شَعْبَهُ بِمَنْدُوبٍ خَرِيرِيٍّ بَيْنَ مَعَانِيْنِ تَابَةِ، ثُمَّ يَسْتَنْقِصُ الْخَبِيْطَ مُشْتَعِلًا الْخَطَّالِيْنِ وَالْقَلْبَ عَلَى الْقَدَامِ، ثُمَّ يَبْدُو الْعَنْكَبُوتُ نَسْجًا كَيْسِيًّا لَوْلِيَّةً حَتَّى يَكْتَمِلَ شَعْبُهُ، ثُمَّ يَغْلِي الشُّعْبَ بِطَوَارِثِ يَلْقَاقِ تَلَقُّنِ الْحَشَرَاتِ.

العَنْكَبَاتُ

الْعَاكِبُ وَالْعَقْرَبُ وَالْقَرَادُ وَالْقَمَلُ تَوَلَّفَتْ صَانِدَةً مِنَ الْمَفْصَلِيَّاتِ تُدْعَى الْعَنْكَبَاتُ - جَمِيعُهَا قَرَابَةٌ تَسْتَوِلُ الْبَابَةِ، وَتُعْطِيهَا صِبَاةً، الْعَنْكَبُوتُ الزَّهْفِيُّ يَلْبِيسُ فَرَانِسَةً بِشَدَوِيْمٍ وَهِيَ خَرِيرِيٌّ دَقِيقُ الْقُرْفِ فِي الْهَوَاءِ. هَذَا غُلْفٌ خَشِرَةٌ مَارَّةٌ بِالْأَقْدَامِ بِشَدَا الْعَنْكَبُوتِ نَحْوَهُ وَيَنْتَهِيهَا.

الحشرات

لقد خلقت الحشرات لتحل محلنا في العيش على اليابسة، وعزز ذلك قدرة الكثير من أنواعها على الطيران. فالحشرة الطائرة تستطيع التحول في مدى أوسع، ولذلك يتوفر لها موارد أكثر من الغذاء. الزبابة (الدبور) حشرة طائرة نموذجية ينقسم الجسم فيها إلى رأس وصدر وبتن، ولها زوجان من الأجنحة وقرباً من ١٠٠ زوج من الكبار. لكن صغار معظم الحشرات تقوم بشأن نفسها. تعيش الحشرات البالغة غالباً في بيوت تحفظ عن بيوتها صغيرة - فيما يعيش الشجران (أبو ذئب) البالغ في الهواء، فإن يرقاته مائية العيش - علمنا أن بعض الحشرات مائية العيش دوماً.



يسوي قش الزبابة حلقة واحدة شمس القنوس الزبابة الأخرى، وهي تشبه شلالات تدفق الطعام وتقتني بالبيوت والشجار



في الرأس عيّن قنوسان كبيرتان وفنّا استشعر قطع اجرة القم الطعام وتطد الحسب عجبة لشم الغش الرأس الصدر البطن



تتعلق الزبابة والنحلة الحلقان يتصلان بالجناتين الاماميين بملطاطيف دقيقة

حشرات عديمة الأجنحة

الشبكية (الاحنة الشكر) حشرة صغيرة عديمة الأجنحة، يُعرف منها حوالي ٣٠٠ نوع. وهي تفسد الحشرات العديمة الأجنحة، لتفدي غالباً بالآفات المنك. وتعيش أحياناً داخل السائل حيث تختفي بفضلات الطعام

عند الذرة المبيات نموذجية للحشرات القاطنة التلوث في ارجل النمل



دورة حياة حشرة نموذجية

مبيدات الحشرات

يحق الحشرات نافع ونهم في التلويح الهيجي (الخطي) للآفات الزراعية. ويعطى شرة بأكل الذب والجنس الضار بالغة بالسماميل. يحد الزراعون إلى رش حفرهم بالسممات الحشرية للتحول من اضرار الحشرات. لكن الكيمائيات المستعملة، لمود الخطأ، غالباً ما تقتل الحشرات المفيدة والطاردة معاً.

الخنائش القاذقة (الفاسياء)

طائفة الحشرات لتستقيم وسائل متباينة، وغريبة أحياناً، في ضد مهاجمتها. فالحفساء القاذقة، عدد استيعار الحشر، ثم يقتلها شترج بعض الكيمائيات فيه وتتفاغل متفجرة من إنبها بخاراً ساماً شترجاً بقلوب مهاجمها.



اشواك حادة في ثلاثي الرجلين الاماميين تقيض الفريسة المتكيسة

الجلدة الشراعية (فرس الشبي) شبيهة بالورق الميت

وربما أشبه بالشوق

جان هنري فابر

عالم الحشرات الفرنسي فابر (١٨٣٣-١٩١٥) أخرى أبحاثاً متفصّلة عن حياة الحشرات نشرها في سلسلة من الكتب. وقد نجحت ملاحظات فابر، ونواحيه الكتابية والصورية الفذة في إثارة اهتمام عظيم بطائفة الحشرات.



الشروع في مهاجمة فريستها

الشروع في (فرس الشبي) بطيئة الحركة، لذا تعتمد التسلل والتدوير في أصابعها فرائسها. فهي تشد على الشئ طارئة أحدها رابعة وحليها الأماميين (تمس برقع يديه توسلاً)، ويحب مشطه. فإذا مرّت حشرة في مدى الضربة قبضتها برجليها الأماميين اللين لتصلان، بأشواكها الحادة (ير) اتحد والتدوير، كالمزجة - فلا تستطيع الحشرة خلاصاً

المزيد من المعلومات لفابر
الإصدار من ٢٠٠٤
الزهورات (النباتات الزهرية) ص ٣١٨
القم ص ٣٢٨
النمل ومراجله ص ٣٦٢
الهياكل المذمومة ص ٣٥٢
الحركة ص ٣٥٩
الشامل الحشر ص ٣٦٧
حقائق ومعلومات ص ٤٢٠، ٤٢٢

الرَّخَوِيَّات

تولَّد الرَّخَوِيَّاتُ الشُّعْبَةُ الْكُبْرَى الثَّانِيَّةُ مِنَ الَّلَافَقَارِيَّاتِ . وَتَشْمَلُ أَكْثَرَ مِنْ ٩٠,٠٠٠ نَوْعٍ مُعْظَمُهَا مَائِيٌّ ، وَالْقَلِيلُ مِنْهَا يَعِيشُ عَلَى الْيَابِسَةِ وَيَنْتَفِسُ الْهَوَاءَ . الْجِسْمُ فِي الرَّخَوِيَّاتِ طَرِيٌّ غَيْرُ مُشَدِّقٍ نَحْبُهُ غَالِبًا مُحَارَّةٌ صُلْبَةٌ . نَقْسَمُ الرَّخَوِيَّاتُ إِلَى ثَلَاثِ طَوَائِفٍ أُولَاهَا : بَطْنِيَّاتُ الْأَقْدَامِ ، وَتَشْمَلُ الْبَطْلِيَّيُوسَاتِ وَالْقَوَاقِعَ وَالْحَزُونَاتِ الْبَحْرِيَّةَ (الْوَلَكَاتِ) ، وَهِيَ ذَاتُ مَخَارِجٍ لَوْنِيَّةٍ أَوْ هَرَمِيَّةٍ الشَّكْلِ ، وَيَتَنَمَّى الْبَرَّاقُ إِلَى بَطْنِيَّاتِ الْأَقْدَامِ لَكِنَّهُ غَالِبًا عَادٍ مِنَ الْمَحَارِ . ذَوَاتُ الْمَضْرَاعَيْنِ كَالصَّدَقِيَّاتِ وَيَلْبَسُ الْبَحْرُ ، هِيَ ثَانِيَةُ الطَّوَائِفِ ، وَهِيَ رَخَوِيَّاتٌ مُزْدَوِجَةُ الصَّدَقَةِ يَتَّصِلُ بِمَضْرَاعَاهَا بِمَقْصَلَةٍ . وَالطَّائِفَةُ الثَّلَاثَةُ هِيَ رَأْسِيَّاتُ الْأَقْدَامِ ، وَتَشْمَلُ الْأَخْطَرُوطَاتِ وَالسِّيْدَجَاتِ (الْحَبَارَاتِ الْكُبْرَى) ، وَهِيَ ذَاتُ صَدَقَةٍ صَغِيرَةٍ مَخْفِيَّةٍ دَاخِلَ الْجِسْمِ .

تَزَاوُجُ الْبَرَّاقِ

يَتَزَاوَجُ عِدَّةُ الْبَرَّاقِينَ مُعْتَمِلِينَ مِنْ خَيْطٍ مُخَابِطِيٍّ لِرُجٍّ ، كَمَا الْبَرَّاقِينَ شَتَّى (مُزْدَوِجِ الْجَنَسِ) . لَعِنْدَ الرَّاوُجِ ثَلَاثُ جَسَدَاتِهَا وَيَتَنَادَّلْنَ الطَّلَاتُ خِزْرَ أَصْعَادٍ تَنَاسَلِيَّةٍ خَامِئَةٍ ، لَمْ يَنْسَجْ خُزٌّ بَرَّاقِيٍّ يُوَدِّعُ لَاجِلًا ، وَالْبَرَّةُ الشُّكُونَةُ لَيْسَتْ غَرِيبَةً فِي عَالَمِ الرَّخَوِيَّاتِ ، فَبَعْضُهَا يَبْدَأُ حَيَاتَهُ ذَكَرًا أَوْ أُنْثَى ثُمَّ يَتَحَوَّلُ إِلَى الْجِنْسِ الْأُخَرِ تَالِيًا .

البررائ الكبير (نيمافوس)
ماكسيديوس



تُغْلِقُ الْمَخَارِجُ
بَيْتًا (بِالْأَقْدَامِ)
عَقَارِبُ
الشَّلَقَةِ

الْإِحْسَانُ دَاخِلِيٌّ فِي قَوَاقِعِ
الْعَابِسَةِ خَالِصًا نَشْأَ
دَاخِلَ الْبَيْضِيَّةِ ثُمَّ تَنْقَلِبُ
فَوَيْعَاتٍ صَغِيرَةٍ .

لَمْ تُعْطِ كَبِيرَةٌ

بَطْنِيَّاتُ الْأَقْدَامِ

الْوَلَكَةُ الثَّانِيَّةُ (بُكْسِيُوسُ الْأَقْدَامِ) رَخَوِيٌّ مُنَوِّجٌ مِنْ بَطْنِيَّاتِ الْأَقْدَامِ ، لَهُ قَدَمٌ عَضَلِيَّةٌ كَبِيرَةٌ وَمَخَارِجٌ مُلْتَمِعَةٌ (يَأْتِيهَا غَارِبُ الشَّاعَةِ) - عَلَمًا أَنْ قَلَّةً فَقَطْ مِنْ مَخَارِجِ بَطْنِيَّاتِ الْأَقْدَامِ تَلْتَمِزُ بِالْأَتَجَاءِ الشَّاعِكِ . الْمَخَارِجُ لَمْ تُزْهِدْهَا حَقِيقَةُ خَامِئَةٍ مِنَ الْجِسْمِ تُدْعَى الذَّائِرُ يَعِيشُ الْوَلَكَةُ تَحْتَ الْمَاءِ وَيَنْقُصُ بِالْحَبَاسِ ، يَلْمِزُ الْمَتَّعُ فَوْقَ الرَّأْسِ لِحْرِي الْمَاءَ إِلَى الْخِجْرَةِ الَّتِي لَحْتَوِيهَا .



رَأْسِيَّاتُ الْأَقْدَامِ

السِّيْدَجَاتُ (أَوْ الْحَبَارَاتُ) الْعِمْلَقَاتُ هِيَ الْأَكْبَرُ بَيْنَ رَأْسِيَّاتِ الْأَقْدَامِ ، وَالْأَكْبَرُ أَيْضًا بَيْنَ الَّلَافَقَارِيَّاتِ . تَعِيشُ الْحَبَارَاتُ فِي أَعْمَاقِ الْبَحَارِ حَيْثُ تَصْطَادُ فَرَانِسُهَا بِوَجْهَتَيْنِ تَعْتَلِقُهَا الْمَشَقَاتُ وَهُنَاكَ يَقْبَضُ وَرَوَايَاتٌ عِدَّةٌ غَيْرُ مُؤَقَّعَةٍ عَنْ سِيْدَجَاتٍ غُولِيَّةٍ ، لَكِنْ يُعْرَفُ أَنَّ الْعِمْلَقَاتُ مِنْهَا قَدْ يَتَجَاوَرُ طَوْلُهُ ١٥ م .



الْمَحْرُوطِيَّاتُ الْمَفْرُتَةُ

الْمَحَارُ الْمَحْرُوطِيَّةُ ، مِنْ بَطْنِيَّاتِ الْأَقْدَامِ ، تَهَاجِمُ فَرَانِسَهَا بِسُوءِ قَاتِلٍ ، فُلَا مَا أَقْرَبَ حَيَوَانَ صَغِيرٍ مُدْبِيٍّ الْبُصْرَةِ ، تَقْلَقُ الْمَحْرُوطِيَّةُ حُرْطُومَهُ كَالْبَحْرِيَّةِ بِسُرْعَةٍ حَقِيقَةً فَرِيضَةً بِسُوءِ شَأْنٍ ، إِذْ سُمِّ بِحَسَبِ الْمَحْرُوطِيَّاتِ شَأْنٌ حَتَّى يَلْبَسُوا بِلَمَعِ الْبُكْرِ الْقَانِجِ (نَيْلُوسُ) (إِلُولُوسُ)



الْأَحْطَرُوطُ الشَّاعِكُ (أَكْلُوسُ قَلْبَاسِ)

رَخَوِيٌّ ذَكِيٌّ

الْأَحْطَرُوطَاتُ ذَاتُ بَضْعٍ حَادٍ وَادْمِغَةٍ كَبِيرَةٍ ، وَلَعَلَّهَا الْأَدَى بَيْنَ الَّلَافَقَارِيَّاتِ ، فَهِيَ تَنْتَكِرُ الْأَشْكَالَ وَالْأَلْوَانَ وَتَجِدُ السَّبِيلَ إِلَى طَعَامِهَا بِسُرْعَةٍ ، وَهِيَ كَالْحَبَارَاتِ ، تَسْتَطِيعُ التَّحَرُّكُ بِسُرْعَةٍ يَلْبَسُ نَافُورًا مَائِيًّا إِلَى الْخَلْفِ غَيْرَ غَضْبٍ قَتْلِيٍّ .



ذَوَاتُ الْمَضْرَاعَيْنِ

نَقَصِي بَلَحُ الْبَحْرِ مُعْظَمُ حَيَاتِهَا مُتَلَبِّسٌ فِي الصُّخُورِ بِخُيُوطٍ لَبِيَّةٍ قَتِيلَةٍ ، وَهِيَ ، كَمُعْظَمِ ذَوَاتِ الْمَضْرَاعَيْنِ ، تَنْجَحُ الْمَاءَ غَيْرَ خِيَالِيٍّ بِهَا ، وَتَعْتَدِي بِالْمُجَسِّمَاتِ الْعِدَائَةِ الصَّغِيرَةِ الَّتِي تُخْتَبِئُ مِنَ الْمَاءِ الْعَابِرِ . بَعْضُ ذَوَاتِ الْمَضْرَاعَيْنِ حَذَّارٌ وَمُنْقَلَبٌ - بَلْ إِنَّ الْقَلِيلَ مِنْهَا ، كَالْإِسْفَلُوبِ (الْمَحَارِ) الْبَحْرِيَّةِ ، سَنَاحٌ

لِزِيدٍ مِنَ الْعُلُومَاتِ الْخَطَرِ

- الْهَائِكَلُ الثَّامِنَةُ ص ٣٥٢
- الْحَرَكَةُ ص ٣٥٦
- الْقِدَامُ ص ٣٦١
- الْمُتَوَصِّلُ وَمَرَاوِجُهُ ص ٣٦٦
- التَّائِيْلُ الْجَنَسِيَّاتُ ص ٣٦٧
- خَطَائِفُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤٣٠

رؤوس
 القواميس
 حساسة للضوء
 مقادير ساعدت
 الجذر في التماس
 الشقوق الظليلة
 الأقدام الأسوية

المختبر:

[illegible]

مَحْمُودُ الْبَطَرُ الْبَرْزَلِيُّ
الْمَلِكُ الْفَتَّاحُ الْفَتَّاحُ

سليم البحر الضعيف

قسم النشر الرئيسي

تَحْمِيْلُ الْبَحْرِ الْمَشْرِقِيِّ

بیرونی (ہینکل)

تَجَرُّدُ الْأَقْدَامِ الْأَسْوِيَّةِ
عَنِ الْقُلُوبِ

يُولَا اِنْ تَمَلَّ فَتَدَّ بِعَرِيٍّ تَصِيرُ الْاَشْوَاكُ مُنْفَضِّحَةً الشَّرْقَ جِدًا،
يَحْتِ بِلَمِ كَلْبِهِ عَنِ السَّكُونِ أَوْ كَلْفَقَةٍ تَدْبُو مَعْدِيَةً كَبِيرَةً.
وَعِنْدَمَا يَتَوَلَّى الْاَشْوَاكَ بِالْحَثِّ يَغْدُ مَوْتَهُ، يُكَيِّفُكُ مُنَاصَدَةً نَمِطَ
مَعْلَمٍ مِنَ الْقُلُوبِ حَيْثُ كَانَتْ تَبْزُرُ الْاَقْدَامُ الْاَبْرِيَّةَ سَالِبًا.

२२०

الأسماك

منذ ما يزيد على ٤٠٠ مليون سنة كانت تسبح في بحار العالم حيوانات مَدْرَعَةٌ غريبة تُدعى مَحَارِيَاتِ الجِلْد. لم يكن لها فُكَّان ولا زعانف، لكن كان لها عمود فقاري جعلها أولى الفقاريات على الأرض. حاليًا تعيش الأسماك، وهي السلالات المائية لتلك الحيوانات، في شتى بحار العالم وبحيراته وأنهاره. الأسماك خارجية الحرارة (باردة الدم) - تتغير درجة حرارتها تبعًا لمحيطها، ويقل نشاطها بانخفاض درجة حرارة البيئة. هنالك أكثر من ٢١٠٠٠ نوع من الأسماك، وهي في معظمها ذات فكين، مَشِيْقَةُ الجِسْمِ ومُعْطَاةٌ بالحرشيف غالبًا. والأسماك تتنفس الأكسجين المُذاب في الماء بواسطة الخياشيم.



أسنان القرش

أسنان القرش هي شحمة من الحرشيف أكثر وأشد من تلك التي تُعطي حسنة تنمو أسنان القرش باستمرار، وقائتها على شكل إنتاج، بدلًا من نموها الفلك - مُنْقَلَبَةٌ فَمًا وتُدْرَجُ حتى تُصَحَّ في مُنْقَلَبَةِ الفم. وإذا سقطت إحدىها سرعان ما تنمو الشُرُ الحلقية مُخْلِهَا.

الأسماك العُضْرَوِيَّة

هايكُلُ القرش والسَّمْنِ (اللبيا)، عُضْرَوِيَّةٌ لا عظمية. وهنالك حوالي ٧٠٠ نوع من الأسماك العُضْرَوِيَّة تستوطن المياه الساحلية وكُلُّها تقريبًا من الطَّوَارِي. وهذه الأسماك مَشِيْقَةُ الجِسْمِ رُوجِيَّةُ الزَّعَافِ، تُعْطِي جِلْدَهَا حَرَاشِفَ شَبِيْهِ الشَّكْلِ تُكْبِئُهَا مَلَسًا خَشِنًا.



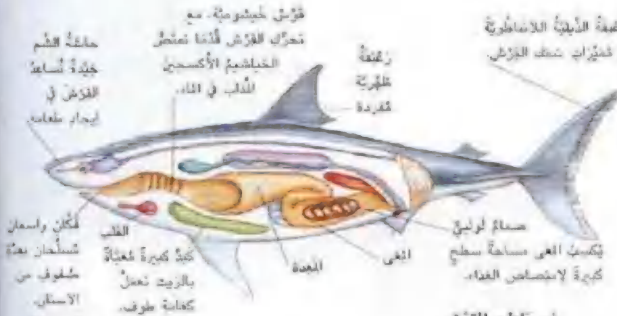
زَوْجٌ مِنَ الزَّعَافِ الطَّرْفِيَّةِ
يُتَشَكَّلُ لِلزَّوْجِ وَخَشِيْطِ
السرعة والتوازن

حَرَاشِفٌ شَارِكِيَّةٌ شَبِيْهِ الشَّكْلِ

غِلَافٌ بَيْضٌ مُطَوَّقٌ حَوْلَ قَلْبِيَّةٍ بَشَرِيَّةٍ

كَلْبُ الْبَحْرِ

كَلْبُ الْبَحْرِ قُرْشٌ صَغِيرٌ يَسْتَوِطِنُ الْمَاءَ الطَّحَلَّةَ، عِنْدَ اقْتِرَافِجِ يُحْبِثُ الذَّكَرُ بِيَوْضِ الْأَرْضِ دَاخِلَ جِسْمِهَا، ثُمَّ تَلْعَقُ الْأُنثَى بِيَوْضِهَا فِي غِلَافٍ جِلْدِيٍّ تَعْلَقُ حَوْلَ الْأَعْيَابِ الْبَحْرِيَّةِ وَالْمَعْرُوفِ أَنَّ كَلَابَ الْبَحْرِ لَا تَحْرُسُ بِيَوْضِهَا.



قُرْشٌ عُضْرَوِيَّةٌ، مَع
تَحْرُكُ الْقُرْشِ قَدَمًا تَمُتَلِحُ
الْخِيَاشِيمُ الْأَكْسِجِنِيَّةُ
الذَّكْرُ فِي الْأَمَامِ،
جِلْدٌ شَاسِعٌ
جِلْدٌ شَاسِعٌ
الْقُرْشُ فِي
إِيجَادِ مَلْعَانَةٍ

رَاغِبَةٌ
ظَهْرِيَّةٌ
قَدْرِيَّةٌ

الرَّغْبَةُ الْأَيْدِيَّةُ الْأَسَاطِيرُ
مِنْ شَرَايِبِ شَعْبِ الْقُرْشِ

صَمَامٌ فَوْزِيٌّ
يُكْسِبُ الْمَعَى مَسَاحَةً سَطْحٍ
كَبِيرَةً لِإِصْطِنَاصِ الْغَدَاءِ
الْقَلْبُ
كَبِدٌ كَبِيرَةٌ مُعْبَأَةٌ
بِالزَّيْتِ تَعْمَلُ
كَهَادَةِ طَوْفٍ
لَمُكْنِ وَاسِعٍ
تَسْلُحَانِ مَعْدَاً
مُحَلَوٍ مِنْ
الْأَسْمَانِ

في باطن القرش

يَتَأَلَّفُ جِسْمُ الْقُرْشِ فِي مُعْظَمِهِ مِنْ عَضَلَاتٍ يَسْتَحْيِيهَا فِي السَّيَاحَةِ، وَهِيَ مُرْتَلِئَةٌ فِي كَثَرِ شُعْبَةٍ كَمَا فِي سَائِرِ الْفَقَارِيَّاتِ. وَيَتَأَلَّفُ جُزْءٌ مِنْ بَيْضِ الْقُرْشِ لَوُثِيَّةً يَكْتَسِبُ الْبَيْضُ الْقَصِيرَ مَسَاحَةً سَطْحٍ كَبِيرَةً لِإِصْطِنَاصِ الْغَدَاءِ. كَمَا يُسَاعِدُ الْكَبِدَ الْكَبِيرَةَ عَلَى بَقَا الْقُرْشِ طَائِفًا.

سرعات الأسماك

على العموم، تزداد سرعة السمكة بزيادة أبعادها جسمها، ويُعْطَمُ الأسماك أسرع سباحة من الإنسان الذي يُعَدُّ سرعته ٦ كم/سا، للسمكيات القصيرة.



الأسماك العديدة الفكين

فئة من الأسماك، كالجلكي والجرث، تحوي بعض سمات الأسماك البائية. فهي عديمة الفكين والزعانف الزوجية، وكشاحات حياشيمها كزوائد لا تُشْفَر. هنالك قرابة ٧٠ نوعًا فقط من هذه الأسماك، تعيش الجلكي البالغة طفيليًا على الأسماك الأخرى، فيما تستطعي صغار الجلكي التسيمايات الغلابة من الماء.



فَمُ الْجَلْكَى الْبَالِغَةُ ذُو خَدَّيْطِيفٍ (كَلَالِيَّةٍ)
مُرْتَلِئَةٌ خَلْقِيًّا لَمُتَلَمَّهَا مِنَ التَّعْلُقِ بِالْأَسْمَاقِ
الْأُخْرَى وَاصْتِنَاصِ قِيَمِهَا

الأسماك العظمية

السُّمُونُ الرَّقُودُ (الرُّثْوَةُ) وجميعُ الأسماكِ العُظْمِيَّةِ في هذه الصَّفحة، تنتمي إلى فئةِ الأسماكِ العُظْمِيَّةِ - تحوي فئاتِ الأسماكِ الثلاث، هذه الأسماكُ لها هيكلٌ عظميٌّ، وجرابٌ خاصٌّ مليٌّ بالغاز، يُدعى المثانة الهوائية، يعملُ كغذاءٍ داخليٍّ. وتُلقَى أحياناً عادةً غُرَاشَتُ ثَوْبِيَّةٍ مُضَحَّكَةٍ رَافَّةٍ، والخياشيمُ مُنْفُذَةٌ لِحَبِّ مَيِّلٍ تُسَمَّى الوَاصِدَةِ. وتُجَالِدُ ٢٥٠ مليون سنةٍ الأخرى، تَتَلَقَّ حُرُوبَ مُدْبِغَةٍ مِنَ الأسماكِ العُظْمِيَّةِ المُتَحَفِّضَةِ الأَشْكَالِ بِالْأَثْوَانِ وَالْحُجُومِ.



الأسماك الطيارة

الشبكة الطائرة نُقِذَتْ من أعدائها بالاعتماد
في الهواء متدحفاً عبر سطح البحر للثبات
طائرة في الهواء أياً ١٠٠٠ م قبل أن تكون
ثالثة في العام إن "خاصة" الشبكة
الطائرة فما رغبت فضحاً لأنواع
الشبكة الطائرة روح واحد من الزعانف أو
روحان، كلده الشبكة أعلاه.

وَالْعَظِيمَةُ دَاتٌ وَعَاطِفٌ دَلِيلَةٌ
وَالرَّغِيفَةُ الدَّيْلَةُ مَدَامُ
الْشَّمْسَةُ قَدْهَا


اسماء الغضروعية داخلية الإخصاب في شعشعها
هي تضيء البيض تلقا أو بعد صغارها أحياء

طُورِيَا تُكْسِتُ الشَّمَكَةَ
اسْقِرَا وَلَا تُلْزِمَا
الرَّعَافُ مَدْعَاةٌ يَشْفَعِي
جَاسَةً، وَهِيَ تَتَحَرَّكُ
تُسَلِّطُ الْغَيْرَ
الْحَاةُ الشَّمَكَةُ.

البراسم المسمى
بصفتها لم تكن

من الصفات التي
الاحتكاك بين الشمعة والماء

الرازي في الطب
بعض النسخ



يُنتِجُ فَمُ الزُّوَّةِ لَحْمًا
وَسَرِيقًا لِاسْتِقَامَتِ
الْحَيَوَانِ الصَّغِيرَةِ.

نُعْطِي الْخَاسِئِمَ وَصَدَّ السَّاعِدَ حَرْقَهُ.
لَشَأْ وَغَنَاءَ فِي ضَلَعِ الْمَاءِ فَوْقَهَا.

نظمتان هندوستان لوجيه الحركه

لأَسْمَاكَ الشَّيْخَةِ

الحظوظ الأعظم المحققة بنعمته
الاسماك عصفرة الاسماك الشفيرة
الأخرى. الشحنة التهيئة (دايلدون)
سليبيكي. لكي هذا الحظوظ يطلع ضريح
بره من الماء حتى يسبح كاليدون فتنصب
لها. وإزعم من أنها تكاد لا تستطيع
منه متحركة، لأنها بأشغالها التفتت في
مأمن من أمه
حجرو

الاسماء
الغضبية طويلة
الاسماء بلا
ضمائم
لونية

الطريق
التي
تسمى
الطريق
التي
تسمى
الطريق

وَنَوَارِقُ
الْمَشْمُومَةُ السَّيْفُورُ
حَوَالِي حَامِشَةٍ فِي الْخَطِّ
الْعَامِي (أَلُوْب) تَحْتَ الْجِلْدِ
فِي جَانِبِ الْجَسَدِ، يَطْرُقُ مَتَاعٌ
تَكْتُمُهُ حَرَكَاتُ التَّيَّارَاتِ أَوْ
الْعِيَّوَانَاتِ الْأُخْرَى فِي الْمَاءِ

أسماك الأعماق

في أغوار البحر السحيقة لا يُوجد ضوء ولا نبات، فعلى الكائنات في تلك الأعماق إما أن تغذي بالفضلات، الناجمة من الطبقات العليا، أو بالحيوانات الأخرى. والأسماك الخفاشية هي من بين أغرب الأسماك في قاع البحر، وهي تفتش بالأنف والأقدام والأسماك الصغيرة، وتحتل مكانة في استخدام زعانفها.



سَمْعَةُ خُفَّاشِيَّةٌ حَمْرَاءُ
(هَالِيوتِيَا سَمُولَاتَا)



لحم البقر

لكن من الأسماك العظمية نضج أعدادا
لا تحيط بها من السحرة، ولا تهم
وما يصغارها لاجلها، بخلاف فرس البحر، فأشبه
فرس البحر نضج عددا قليلا من السحرة في جراب
حار من بطن السمك الذي يحضر البيض حتى
يغرس، ثم يولد على عاية الصغار. وهكذا
لا يولد من ألاف الأسماك نضج ثوبه الخلق،
ثم تُلد منها نضج أربعة آلاف.

الأنفاس روائح من الرغائف
البشرية، ولا رغائف خوصية،
فروغ من الخمر وأنت
(هيروكامبوس هوامبوس)

الأنقليس (نُعبان السمك)

الأفريقي يشبه النعاس في شكله العام، لكن زخارفه وعيانه
مثل آلة من الأسماك. أنفليس النوارى الأعصر (جغوثوراكس
برازيلوس) نموذجي للصلة، يَحْمِلُ في النعاس الصغيرة
وفجأة الحيوانات العابرة بأشكاله العاقلة. تبدأ قور حيا
الأفريقي في قفزة بوقه مختلفة الشكل تمامًا عن الأنفليس البالغ
وتستغرق القفزة عدة ساعات للقفز إلى طور البلوغ.



لزيادة من المعلومات فخطير

الشخص من ٣٤٧
القدرة الماهرة من ٣٤٩
البيئة الطبيعية (في الأحياء) من ٣٥٠
المجلد من ٣٥٤
الحركة من ٣٥٦
الحواس من ٣٥٨
حفازات وفعاليات من ٤٢٠، ٤٢٢

البرمائيات

تحتل البرمائيات (أو القوازي) موقعًا خاصًا في تطوّر الحياة على الأرض. فأسلافها كانت أولى الفقاريات التي خرجت من الماء لتقضي جزءًا من حياتها على البر. ولا يزال معظم الأربعة آلاف نوع من البرمائيات الحالية يُقسّم حياته بين الماء والبر. لكن بطرق مختلفة. وتقضي فئة من البرمائيات كل حياتها تقريبًا في الماء كالسمندر المكسيكي الذي يحتفظ بخياشيمه وظوره اليرقاني المسمى أجزولون. لكن البرمائيات في معظمها تقضي حياتها البالغة على البر، وتعود إلى الماء فقط للتزاوج. طائفة البرمائيات عديمة الحرايف عادة، لكن جلدها على العموم رطب قشّاض، وهي خارجية الحرارة (باردة الدم)، وتقسّم إلى ثلاث رتب: البتراوات (اللادبليات) كالضفادع والعلاجيم، والذوائل (الضفدعيات الدبليّة) كالسمادر والسمادل، والقطعاوات عديمة الأرجل.



الضفادع الطائرة

الضفادع الطائرة (راينفوردس سودا الأفت)، في جنوب شرق آسيا تعشّد الحيوانات الصغيرة على الشجر. وهي لا تضل من شجرة إلى أخرى. تطفّئ نفسها في الهواء ناشرة أقدامها المكشّطة كقطارات صغيرة تشبه بالقطر اللامع لسطح الجناح لتساعدها.



العملاق والسمندر يطلان فوق الماء بينما النجاشة يمشون.



الجلد الرقيق الرطب يمتص الأكسجين

الرجلان الخلفيتان طويلتان مهمتان للقفز والشبابة

الرجلان الخلفيتان مغطيتان بالجلد

اللادبليات (البتراوات)

البتراوات برمائيات لا دبليّة صغيرة الأجسام قوية الأرجل. ذكر الضفدع هذا (بيكسيغولوس الأصفر-سوسا) من جنوبي إفريقيا، مُلغز قويّ يُغذي بالنباتات الصغيرة والزواجر، كما بالضفادع الصغيرة. وهو كسالى الضفادع، وريق الجلد يمتص الرطوبت المُستشع. أمّا العلاجيم فجُلدها عادة أجفث كشوّة الثآليل. على البر، تتحرك الضفادع قفزًا. بينما العلاجيم تمشي عابثًا وكلاهما ذو رتبين واهليتين بسيطتين.

ضفادع خازنة للماء

بعض الضفادع والعلاجيم تتحوّل في موسم الجفاف بغير خنوم تحت الأرض لتُلفّ نفسها فيها غشاءً شبيهًا بالجلد. فالتضدغ الأسترالي (الحارث إسماء (الزغ سكلوروتا) يقضي حياته البالغة في شُعظتها تحت الأرض. وحالما يسقط المطر، يخرق الضفدع غشاءه ويحفر طريقه مُعَلِّيًا إلى السطح.



ضفادع السمّ التليّ

ضفادع السمّ التليّ الإيهامي الحُكم (هيلوفيس تريسيس) يستوطن غابات أمريكا الوسطى والجنوبية، وهو الأخطر بين جميع البرمائيات. وتلدّر ألوانه المزعجة الحيوانات الأخرى بأن جلده يُنمّع سُما قاتلًا. ويستخدِم هذه الغابات ذلك السمّ لشلل الكائنات المُستهدفة الروسية لاستخدام الحيوانات.



يتأثر السم من عدم غر جلد الضفدع.

أولى البرمائيات

أقدم الأحافير البرمائية المُختلفة تعود إلى كائن يُدعى إكتيوسجيا. عاش منذ حوالي ٣٧٥ مليون سنة. كان طولُه حوالي المتر ونصفه شبيهًا السبائك سمكتي الشكّ. وكان ذا أرجل قويّة تحمله على اليابسة.

الشلل قويّة لعضلات ورن الأعصاب الداخلية.



العناية بالبويض

معظم الضفادع والعلاجيم تضع مئات أو آلاف البويض وتتركها. وهناك أنواع منها تفتح بيوت أكل. لكنها تتركها بعناية أكثر. فذكر النجوم القابلة (البيس) يُشترِك بالبيس) يلفّ بيوت الأكل حول وجده. وعندما تولد الشرايف على التفرع تحملها إلى الماء.

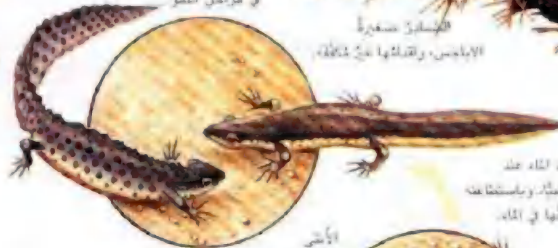
الذوائل (الصفديّات الذليّة)

هذه الزمانيات أطول أجساماً من البرمائيات وأصغر أركانها، بعضها ذو أذيال مقلّطة تستخدّمها في السباحة، المشتمل الباري (سكتندرا سكتندرا) ذو ألوان زاهية، كما جلد ذو الشّم الثّلق، إلخ. من أجناسه سام، تتواجد الشّادول والشّادول بطورة رئيسية في نصف الكرة الشمالي، وتسوطن المياه، أو الأحياء القريبة كاريّة الحراج، تتراوح شادول النار على البر، وتسمى البرص وتنفّس داخل جسم الأم.



٣. بقعة جاسك
عن الحركة يستقر
الشّادول أمام الأذى، وعندما
تسبب له، يضع برؤيته
الشّادول فتنبّه الأذى حولها
لتتخلط الطّاف جشّتها.

بجلاف الصفار والملاحيم،
الشّادول والشّادول ٤. تلتفّ الأذيال
في مراحل الشّادول



٥. تم يستقر الذّكر أمام الأنثى ويستقر
لتعلمها جميعاً بشدّة عليها الطريق، ثم
يؤمّج مبدله صالحاً رانته الحويّة.

الشّادول صغيرة
الأرجاس، ولقد لها عين مكافئة.

تلقّز جلد سحره
ساعة كيميائية ساعه.

٦. تبدأ رقصاً الشّادول الناعم تحت الماء عند
اقتراب الذّكر من الأنثى، وشبهها جاسك، ويستقر
عنه "رأساً" الكيميائية التي تلتفّ في الماء.

رقصة التّودّد

عند التّزاوج الشّادول أو الشّادول،
يضع الذّكر رأساً من الطّاف
طليقها الأذى، وفي حال مستقر النار، يحلّ
الذّكر الأذى ثمّ يلقاها فوق رؤيته الشّادول بحيث
تتخلط الطّاف جشّتها، أمّا الشّادول الناعم
التي تلتفّ في الماء، وتلقّز جلد سحره
ساعة كيميائية ساعه.



الأنثى
يشي شادول الأم إلى
رؤيته الذوائل.

القطعاوات (اللاقديميّات)

اللاقديميّات حيوانات مائيّة أو جاحزة تسوطن المناطق
المعمّرة، وهي عديمة الأرجل، أشقلاويّة الشكل أشبه
بالديدان أو النّاعين المقاطعة الصغيرة منها بالرمانيّات،
أكل بعضها يضع بيوتها تحت طليقها منها شراخيف خشبيّة،
مما يوقها شاشرة بالشّادول
والرمانيّات الأخرى.



الأفنديك
لها الخيل، ولقها
شبه جسمها.

اللاقديميّات في
شعنها، شطفاة
بصفاة لزيّنة.



الشّندر المكسيكي (أجروولن)

الشّندر المكسيكي (أجروولن) مكسيكي
يُدعى أحياناً "بيز بان" الرمانيّات، لانه
يحبّ شكله الرمانيّ.
تسوطن هذه الشّادول
بحيرات تعبّ في
المكسيك، ولقد حياتها شراخيف
فأش حاشية ريشة كالشّادول من الشّادول
عنه ها، لكنّ يلد أنّ تعدّد حاشيتها
وتسوطن البر، تلي
هذه الشّادول عادة
في الماء، وتتزوج
دون تغيير شكلها.



حياة الطّعمة

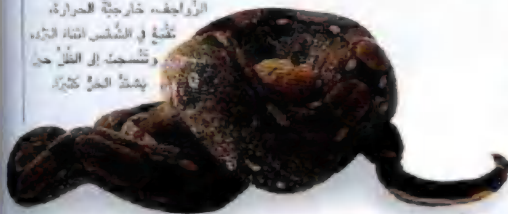
تسوطن شندول الأم (أجروولن) ليوث المشهور الكلب
العصف في جوي أوروبا، جسّ هذا الكلب وضع كالنّمل، وأزله دليّة،
وعنه صغيران يغطّيهما الجلد فيكاد لا يرى، تعبّ شندول هذه في
البرك والأنهار الحويّة، وتعدّي بالحيوانات المائية الصغيرة، وهناك
شندول عدالة تسوطن كيوث جوي بكتاس، بالولايات المتّحدة.

توزيع من المعلومات الشّادول
الدّورة الدّويّة من ٣٤٩
البنة (أب طبة) هي (أحباء) من ٣٥٠
النجذ من ٣٥٤
القضبات من ٣٥٥
الدماغ من ٣٦١
التّشكيل الجسدي من ٣٦٧
حقائق ومعلومات من ٤٢٠، ٤٢٢

الزواحف

تضم طائفة الزواحف حاليًا قرابة ٦٥٠٠ نوع، وهي فاقت هذا العدد بكثير في سالف الأزمان. فعلى مدى ٢٠٠ مليون سنة، سادت زواحف ما قبل التاريخ الحياة على الأرض، وشملت الديصورات أكبر العاشيات والصورى التي استوطنت اليابسة على مدى العصور. كانت الزواحف أولى الفقاريات التي تكيفت للعيش على البر بنجاح - فلم تعد مضطرة للعيش في بيئة رطبة، بفضل جلدها الحرشفي الجاف المتقوّم لفرط فقد الماء من الجسم، وبفضل القيوص الجلديّة المتينة التي تلتف بيوضها على اليابسة فتقيها من الجفاف. ولما كانت الزواحف خارجيّة الإحراق (باردة الدّم)، فهي تعيش غالبًا في المناطق الدافئة من العالم حيث تدفئ الشمس أجسامها فتتنشط.

الأصليّة (الثور)، كسلان الزواحف، خارجيّة الحرارة، تنقّع في الشمس أثناء البرد، وتنسحب إلى الظلّ حين يهبط الحرّ كثيرًا.



الأصليّة العاصرة

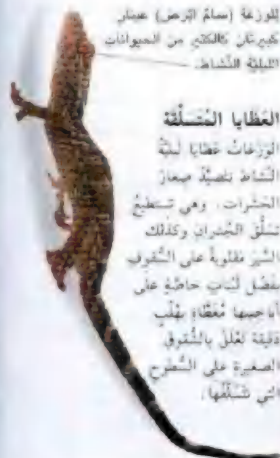
الأصليّة العاصرة (كسمر ثور) تلتف عرسها بالحقن عرسًا، فلتف الأني جسدًا حول الضحية وتفتتها من النّفس. ومن أهدأت إلى موتها تبتليها بالراس أولًا. الأشلات يبرص ولود - أي إن الأني تحيط بيّتها (لحنا بستره) داخل جسدتها حتى تلبس قشره.

العظايا العملاقة

يُعتبر كومودو (قارلوس كومودوس) هو أصغر عظايا العالم، قد يبلغ طول البالغ منه من الرأس إلى الذنب، ٣ أمتار، ويترن أكثر من ٧٠ كغ. شغل عظايا العملاقة هذه جُزًا في إندونيسيا وتندلي حيوانات قد تبلغ حجم الأيل.



للوزغة (صائم الزحف) عيار كبير كالنّقر من الحيوانات الليلية الضخامة.



العظايا المتسلقة

الزواحف عظايا ليّنة النشاط تلتصق بصغار الحشرات، وهي تستطيع تسلق الشجر وكذلك الشجر مقلوبة على الشرف بفضل لسانها حاصي على أياصها مغطاة بلبّ دقيقة لتلتصق بالشقوق الصغيرة على الشقوق التي تشكّلها.



تُعدّ الأنواع الأربعة بالتحالف النامية على الصخور المعمرة.

العظايا القوّاصة

الإغوانا البحرية (مستقرّ نكس كريستاليس) ليستقرّ جُزّ غلاما نكس، شرق المحيط الهادئ، وهي الوحيدة بين العظايا التي تشبه في البشر وهي عندما تعرض في الماء يتباطأ حلقها فلهذا، مُساعد ذلك في توفير استهلاك الأكسجين، ويحوّل دماءه ليريد كميّة كبيرة من دم الإغوانا بالياء الباردة الخارجيّة.



نابا المثلث الحاد (الثور) شجلا من وفوضعان في غفلة القدم، وهي تستطع لفد السلي في الهواء مدقًا لتفويها جبهة الأويطة والمفاصل الرنة تستمع ليهمني الفلّ السلي بالتهافت أثناء ابتلاع الفرائس. إذا ما فُكّلت، تُشتر الثورًا ضفيعات حول رأسها وتُفها.

الحيات لها أحيانًا أكثر من ١٠٠ زوج من الأصلا، تلتها ذات ردة عالية واسعة عامة تفرقت كلبنا الأفعى، الواحدة حلت الأخرى، تلاؤمًا مع ضبط الجسم.

خردشت صغيرة خردشت

الحرشفيّات

تُقسم الزواحف الحائيّة إلى ثلاث رتب رئيسية - أكبرها بكثير الحرشفيّات (الحيات والعظايا) ومع أن الحيات تبدو مُختلفة الشكّل جدًا عن العظايا، فالأرجح أنها تنشأت من أسلاف عظميّة الشكّل بعد ارتحلها تدريجيًا. الفصل الهندي (ناجا ناغا) أفعى لتودج من أماميّة التّنين، تلتف ضجيتها بحنّ السّم ثم تبتليها كاملة. وضع الفصل الأني حوالي ٢٠ بيضة جلديّة القشرة وتغرّسها حتى تنقس.

الأنسلاخ

تطرّح العظايا والحيات من وقت لآخر طبقة الجلد الخارجيّة يستطيع السّمُ وتشتقّق عملية الأنسلاخ هذه في العالب عدة أيام، حيث يبدأ الجلد بالانفلاق حول الرأس أولًا. ثم يأخذ بالتشر على امتداد باقي الجسم. والحيات تطرح جلدها قطعة واحدة في العالب.



العظايا الليلية الغريبة (التيوس قراجيليس) تطرح جلدها قشقا كبيرة.

يتمتع التمساح ضفاداً أربعة قوائم
جسمه، وتتميزاً لديه المنطق.

يُلمح إلى التمساح النهري
سائر زهيت، فهو والد
خلود يفتني بصغار.

التمساح

التمساح على أنواعها تنتمي إلى رتبة التمساحيات، وهي شبيهة بالعظايا
الجمالية، لكن ترتيب العظام في جماجمها يظهر أنها أقرب إلى
الديبوسورات منها إلى أي زاحف حية. هناك حوالي ٢١ نوعاً من
التمساح، كلها تعيش جزئياً في الماء، أما النوع الأكثر، وهو تمساح
المنشآت النهرية النحري (كروكوديلوس بوروس)، فقد يبلغ طول ٦
أمتار أو أكثر - مما يجعله أضخم الزواحف في العالم.

تُغطي جسم التمساح
خراشيف كبيرة، والظهور
ملها بقذائف بالعظم تصفحات
شائعة

يُحفر التمساح في طرف
خلفه، ويستخدمه غلقاً عندما
يقوس في الماء

الأسنان بسيطة
وشرية الشد
لتمزيق اللحم.

تُلقن أُنثى
التمساح صغارها
إلى الماء في فيها وترعاها عدة شهور
حتى تستطيع الاعتماد على نفسها.

خجمة التمساح



الرجل قوية
تتميز

جماجم الزواحف

جسم التمساح المغطى بخرشيف، ولطائف مثله
قوية للغاية، وهو يتنقل بالحيوانات الكبيرة،
فيمرر جسمه تحت الماء ناهضاً عنها فقلما يتلقاها
كاملة، أما تمساح الهند الأصغر (جافالييس
جانيغس)، في أنهار شبه الغارة الهندية، فيلتاق
بالأسماك، والتمساح في جسمه ضيقاً جداً، وهو
يلتقط علامة خفها كالطيور.



قوة حياة زاحف نموذجي

بيضة ذات
قشرة

تُفقس بيوض بعض الزواحف داخل
الجسم، وتولد الشراقة بعد أن تفقس.

الثورات

الثورات في السلسلة الوحيدة
التيقية من فئة الزواحف الزلدييات الأسماك -
التي كانت تساعة قبل ملايين السنين، وخلاف
الزواحف الأخرى، عاشت هذه تطلق تنط في درجات
الحرارة المنخفضة الفارغة، والرتبة المرتفعة منها
(سبينوزون يكتشيس) تعيش حالياً في منطيات غامضة
على جزيرة صغيرة بعيداً عن سواحل نيوزيلندا.

الزواحف السائدة

كانت الزواحف في سائبة الأزمان أنجح الفقاريات على
الأرض، وقد تراوحت حجم الديبوسورات من حيوانات ضئيلة
يتمتع الفرخة إلى الراكبوسوروس العملاق (بطول ٢٥م ووزن ٥٠
طن)، ثم انقرضت الديبوسورات وأشكال أخرى من الأحياء
في إبادة جماعية نعت بعض العلماء أن سبها تعود إلى ارتطام
زخم هائل بالأرض.

ديبوزوروس
ديبوزوروس
الزواحف الالامانيات



السحفيات

السحفيات البحرية (السحفيات) والرتبة بحمها ذليل
سليمي تمسح بحرانيات قديمة، تغطي السحفيات
بالبنايات والحيوانات الصغيرة، وهي عديدة
الأسنان، تغطي الفكين فيها مادة لينة. ثباتاً
غلايغوس، أعلاه، (جيوكيلون إينيتوريس)
هي نوع عملاق من السحفيات البحرية
قد يزيد وزنها على ١٧٠ كغ.



يبلغ طول الثورات القليلة السحفيات
حوال ٦٠ سم، تعيش الثورات في
لجود وتفتني بالخشبات والتلجس
والصفاد وضعف الطيور البحرية.

لزيد من المعلومات انظر

التمساح	٣٤٧
السحفيات (في الأحياء)	٣٥٠
الحيات (الناحية)	٣٥٢
الحركة	٣٥٦
الخراشيف	٣٥٨
التمساح (الجسم)	٣٦٧
خفاش ومعلومات	٤٢٤، ٤٢٥



الطيور

الدلائل الأخرى تشير إلى أن الطيور قد تطوّرت من الزواحف. فهي، كما الزواحف، فقاريات تضع بيوضاً ذات قشرة، وبقايا الحراشيف ظاهرة في القدمين. لكن الطيور تتميز عن الزواحف بمعاليم شتى، فهي من بين سائر الحيوانات مكسوة بالريش، وكلها ذات أجنحة ومناقيد. وهي داخلية الإحراق (حارة الدم) - فلا تتغير درجة حرارتها بتغير درجات الحرارة الخارجية. ودفء الجسم هذا يجعلها ناشطة الفعل والظنير دائماً، والواقع أن الطيور أكثر الكائنات الحية قدرة على الطيران. هنالك ٩٠٠٠ نوع من الطيور تعيش في مختلف الأماكن - في المدين والغابات المطيرة الاستوائية وعلى الطواقي الجليدية.

ريش الطيور تتكون من حراشيف الزواحف.

الزئبقان الأسديان تطورا إلى جناحين.



تغطي القدمين حراشيف شبيهة

تصميم الجسم في الطيور

جبال شراجيل التطور، أصبحت أحسام الطيور خفيفة، متينة إنشائية، ومدمجة. فطائر الزراف (المازور) هذا (البيدو أنيس) يبلغ ١٦ سم طولاً، لكن لا يزيد وزنه على ٤٠ غ. وهو، كسائر الطيور، مكسوة بالريش، وتغطي قدميه حراشيف شبيهة، ويقارنه ضلبي لكته خفيف الوزن. والطيور الصغيرة، كالزراف، ذات درجة حرارة جسمية هي الأعلى في عالم الحيوان. لذا فهي بحاجة إلى موارد غذائية تستلزم لسد احتياجات أجسادها.

طيور لا جناحية

الكبوي الأسمر (التريكس أسنوايس) في نيوزيلندا هو واحد من عدة طيور فقدت قدرتها على الطيران. فبحاجة شتلات أتركان وريشه شعري. وخلافاً لما هو الشائع في الطيور، فالكبوي حاشئ سم جيد يستعملها في للثس طعاب إلا.



العناية بالكساء الريشي

الكساء الريشي بحاجة إلى عناية مستمرة يبقى في حالة جيدة وتستعيد الطيور مناقدها كالمسقط في لتسبد الأسلات والأسلات وضدها معاً، وأيضاً لإزالة الفل والظلمات الأخرى. فمعظم الطيور تفرغ كساءها الريشي، ويتبدل به أتر، مرة أو مرتين في السنة. هذه الفترة تفضل كساءها الريشي بربيع خاص يجعله صامداً للقاء.



الزئبقان فلغلتان جيداً في استخلاص الأكسجين من الهواء.



التركيب الداخلي للطيور

الطيور حسنة الأسنان فلا تنضغ طعامها. وتستعير من ذلك يظن الغذاء الضلبي في شجيرة حاشية تدعى القاذبة. ورتا الطائر أكثر تعقيداً وفعالية من ربات المكنات والزواحف. فعند الشهي، يسري الهواء إلى فحواش حاشية تدعى الأكاس الهوائية، ومن ثم يتنقل إلى الرئتين. ومن الأكاس الهوائية، قبل (إلى الخارج).

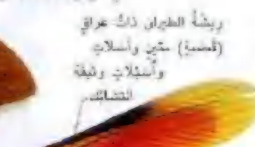
تورة حياة طائر شونجن



الهيكل العظمي للطيور

الهيكل العظمي الرقيق للطائر الطير لا تولد أكثر من خمسة بالمائة من جسم وزن جسمه. عظام الجناحين متجوذة، كسائر عظام الهيكل، لكنها معززة بدعائم لتزيد من القوة. وتنت عضلات الجناحين صلبة عظمية تقطعة لتت من عظم القصر تدعى الجوز.

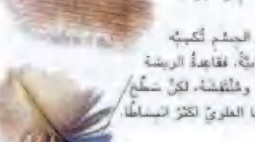
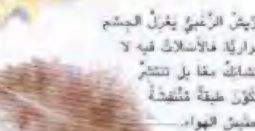
ريشات شغالة من عيك المينر الريش (بيليوس جالويانو) كج ريشة لها فصينتان فرقتان وأسلاك قصيرة



ريشة استعواض شراعية الفل من عناق ذكر البب السبيل (اليسر جالويانو) تستعمل في لجذاب الفرير

الكساء الريشي

يتألف الريش من الفرير، المادّة نفسها التي يتألف منها قعرنا وأظفارنا. فالعراق، الذي يعدّ قصّة على طول الريشة، يحول آلاف الأقرو الجانية، الشساة أسلات. ولهذه فروج أصغر تدعى أسلات تتشاكل معاً بخطاطيف دقيقة تتولّد صفيحة الفل. ودر يحوي كساء الطائر الريشي فوق الـ ١٠٠٠٠٠ ريشة مختلفة الأشكال والأنواع.



الريش الرئيسي يغرن الجسم حرارة فالأسلات فيه لا تتشاكل معاً بل تنتشر لتكوّن خيطة متشعبة لتحمي الهواء

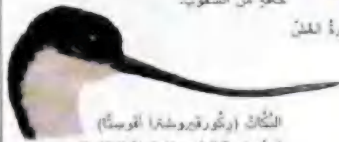
ريش الجسم تكتيبه إنشائية، فقاعد الريشة مرنة وشلفشة، لكن سطح طرفها العلوي أكثر تسلسلاً.



شُرشور جُولد
(كوبيا جولد)
ذو صفار
شهابين لآكل
الزُّرور - فهو نصير
مثير يستطيع كسر
الزُّرور والتقاط ما
فيها.



مَنقَارُ المُحَام
(فيليكيتيس روبر)
يعمل كالمصفاة
ليستخرج حبات
المُغلي طعمونا
وقومنا ضاحًا
اللة على الحُرز
القوي، حيث
يُحتمل الطعام فوق
حلقه من المُغليب



الشُّكَّ (أشورقروشا القوس)
أحد فصيلة الطيور المعروفة المنتشرة إلى
أفريقيا وهو يُحِبُّه عن امتداده من جانب إلى
آخر ليضمي صغار الحيوانات الغائبة.



شُعْثِي الثِفْلا (س)
فصيلة إسبانيدي
بالشَّار والزُّرور
يشورة وشبيحة
تستخرج غلاف



الزُّرور بقاعدة ملغارها
القوي، وتُسمى الشَّار براس
بمقارها المُطْلَق
الغُوسق (الكو شُكُّورس)
يقتدى بالحيوانات والشُّوكات
الصغيرة، وهو كسيف
كواير الطير الأخرى
يُتَرَفُّ طعانه
بمقارها المُطْلَق
السَّار

المتاقير والطعام

يتألف منقار (مقار) الطائر من عظمي مُغطى
بطبقة رقيقة، ويسمى القسم العظمي من
المنقار على حديه عادة في الطائر البالغ.
لكل المائدة القرية لعم واستمرار لتعويض
التيلى، والمستمر ثلاثين لعم الطعام الذي
يتناول الطائر، فالطيور المُستمررة نوع المتغذية
لها عادة متاقير شديدة.

لمزيد من المعلومات فطهر
الثورة العنيفة من ٣٤٩
البيبة الباطنية (في الأحياء) من ٣٥٠
الهياكل (الذائبة) من ٣٥٢
الخزعة من ٣٥٦ ، الدماغ من ٣٦١
التناسل الجنسي من ٣٦٧
حقائق وتعليمات من ٤٢٠ ، ٤٢٢



تُحَصِّن أنثى الشُّرشور بيوتها تحت
ريشها العاري وجسدها الذي - غدا
أن معش ريش الصدر يشكك
في رقعة الخشن.

لكو الشُّرشور الرامي الأول
لا يُشارك في حُصْن البيض -
ولما كانت أوله تُبشّر
للمواري اكتشاف الغش.

عش بيض

يُنشَأ فرخ الطائر داخل البَيْضَة، خارج جسم
الأم، تقيو قشرة مُلْبَنَة تمنع شُروب الماء لكتها
نسخ يدخول الأكسجين. الطيور الصغيرة كهذا الشُّرشور (فرجلا
كوكس) تضع عدة بيوض في العش، والفراخ لا تُنشَأ ما لم تُرجم الأنثى
على البيوض فتدفعها بالخشن.

شجرة الغش



أبوث
المخل

الأعشاش

جميع الطيور بيضاء، لكن
ما كُتِبَ لبي أعشاش. فعض الطيور البحرية تضع بيوتها مباشرة
على حواف الخُرُف الصخرية. وكثير من الطيور الأوغية الغش تقع
بيوتها في خنق تسمى نُظْمًا بالزُّرور. والطيور التي لبي أعشاشا
تعمد تشييد أنواك عديدة من المواد كالأوراق السائبة والعيان
والطين والشعر وشمع الكيوت والمُغَلَّب أيضا. ولا يحتاج الطائر إلى
تعليم بناء عشه - فالفرجة قليلة بذلك.



الطائر السماروي (المزاريوس)
روفسا، من أمريكا الجنوبية، يبنى
له عش من الطين مُزَيَّن بالشكل
بشكل كرة القدم يتصلب عندما
يجف، وللغش منقار مُطْلَق
يُرتدى إلى حجرة داخلية.



سُمَامَةُ المخل الإفريقية
(سيتيوريوس ياروقس) تُغذي بعض
الزُّرور الرامي فوق ورقة خنق، ثم تعزى
بيوتها فوق قشرة الزُّرور تلك، فتلقي
شبابها حتى انتهاء الغواصية.



الوقوف

أش الزُّرور (كوكس كاثورس) لا تبنى
عشا، بل تضع بيوتها مكان إحدى البيوض في
عش طير آخر في جيب خاصته. وعندما
يُفقس الزُّرور الصغير يخرج البيوض
الأخرى خارج العش ويسفل به، ويؤاظ
الزُّروران الزُّروران على إطعام فرخ الزُّرور،
الذي يمولها حشما، كانه فرخها.

هجرة الطيور

تطفي الطيور عادة موسمي الصيف والشتاء في مكانين
مُختلطين، فالكثير من أنواع الأوز
تُهاجر في أقصى الشمال
حيث الطعام وفير جلال
الصيف القصير، ثم تطير
حيثا عندما يبرد الطقس
مع اقتراب الشتاء. هذه
الهجرات الطويلة تدعى هجرات الطيور.



اللبونات

إذا ما سألت رقيقاً أن يُسمي حيواناً ما، فالأرجح أنه سيُسمي حيواناً من اللبونات (الثدييات)، وهي الطائفة التي ينتمي إليها البشر كما مُعظم الحيوانات الكبيرة المألوفة في حياتنا اليومية. لكن ليست كُل اللبونات كبيرة - فهي تتراوح حجماً من الزبابة والخفافيش حتى الفيلة والحيثان الضخمة. تشترك اللبونات في ثلاث ميزات رئيسية - فهي داخلية الإحراق (داخلة الدم وثابتة درجة الحرارة)، وذات جِساء من الفرو أو الشعر، وتُرضع صغارها لبناً تُفرزه الغُدَّة الثديية لدى الأم. واللبن غذاء كامل لصغار اللبونات يُقيتها حتى تقوى على إيجاد طعامها بنفسها. واللبونات أكثر الفقاريات انتشاراً على اليابسة حيث يوجد منها حوالي ٤٠٠٠ نوع.



جيش جفار
الزرد تغطي
بالشعر.

يُرضع الفيل لبناً من
شروع الأم.

جهاز الزرد تشنغ
(نقوس موريشي).

اللبونات السحائية (السيمية)

جهاز الزرد، كسائر الحيوانات السيمية هنا، هو لبونٌ شبيه. فالفيلو يمو داخل رحم الأم حيث يُسلبه غذاءه منها عبر السُّخْد، وهو نسيج إسفنجي يُقلِّد الغذاء من دم الأم إلى دم الجنين، والقلو الوليد، بخلاف الوليد البشري، قوي لا يَلِث أن يَتَّك على غرابيه ويتبع أمه.



اللبونات العنكبورية

تُشكِّل الخفاشيات، أو أروابها الأليلين، قرابة ربع عدم الأنواع البكرة، وهي الحيوانات الوحيدة من اللبونات، القادرة على الطيران حقيقية. تشكِّل معظم الخفاشيات بالحرش، وهي تُحشد نوافذها بذلك في الهواء بواسطة حدى التَّشَاب الصوتية التي يُنتجها كالمزمار. أمَّا أنواع الخفاشيات الأكبر فتقتل بالسم.

الأجزاء من الحيوانات العنكبورية:
أسنانه الأمامية قابضة
والخلفية طاحنة.



أسنان اللوامح قابضة
حادة تُمزق اللحم وتطحنه.
التفك من اللوامح
التي تلتها الطويلة
الحادة تفتش
الغريسة.



الأسنان والغذاء

أسنان اللبونات مُنوعة الأشكال تتنوع الأحواض في صندوق فمها. فاللبونات القائمة السُّخْل تُغاث بِشُروب مُختلفة من الطعام، وأسنانها تُكفَّ للإلتام وبنوعة غذائها. فاللواحم (أكلات اللحم) ذات أسنان قابضة مازقة، والمعاشات (أكلات النبات) ذات أسنان قابضة ومطانية. أمَّا القوارض، التي تُغذي بِمُختلف أنواع الطعام، فأسنانها مُنوعة - قابضة وقاطعة ومازقة ومطانية. بعض اللبونات، كالثدييات (أكلات الشجر) والحيثان الباليكية، التي تُغذي بأسننها، توالى التَّحْريل من القشريات البحرية (كالنمريات وبراقش البحر وسواها)، فديعة الأسنان.



لبون مزرع

أم فوفة الشجري (ماتيس ترايكتيس)، من إريفة الاسنات، تُحبب خرافات شبيهة برفقة الأشكال يعقني مُعظم الجسم. يُغذي أم فوفة بالثمن والأرض ينقلها لبساته الطويل، وهو، كأكلات اللبل الأخرى في أستراليا وأفريكا الجنوبية، غنيم الأسنان.



اللبونات المائية

الذلاف لبونات من ذبابة الخريبات - تُغضي حياتها كلها في البحر. وجلال سمارها التطوري تحجب الدلافين شكلها البشري المثلث، ككها، كسائر اللبونات، تُرضع صغارها لبناً وتُشكّل هواء البحر.

الزبابة الشجرية الضالمة
(نوبادا جليس)

الزبابة الشجرية

الزبابة الشجرية
(سيتلا لوجيوسيتيس)

الزبابة (ج. زبابة الشجرية، من جنس وشري فيلب، لها أشنة باللبونات الأولى التي تطورت من أسلاف زوجت، وهي لبنة الشناش ذات عيبن وأصبعين وحاشية شمع فوهة، وتحتفظ البيولوجيون أن حيوانات مُماثلة للزبابة شاركت المُنبصوبات الأولى العيش على الأرض منذ أكثر من ٢٠٠ مليون سنة.



الكنائس الحية

تُولد صغار الجرابيات عبر مُشتملة الشَّو، فيُخرج الوليد الصغير الحجم مباشرة إلى جراب الأم حيث يُعاني بإحدى الحلمات فيه فيُغذي ويُنمو. والجراب في الصغار كسفن فسيح، أما في بعض الجرابيات الأخرى، كالكوول، فقد لا يزيد على بضعة سنتيمتر. مُنذُ حوالي ٢٦٠ نوعاً من الجرابيات، ومع أنها تُركب في أذهان الكثيرين بأستراليا، فالعديد منها يستوطن أمريكا الجنوبية.

الفؤ أو الفؤر يسمى الجبد من الشَّو والاذى، كما يدعى شوك الجسم ويحفظ حرارته.

تستطيع أمي الفؤر تواتر إنتاج الشَّو كما في حدة إنتاج سمائي - فيبما يتكون ولعذ داخل الفؤر، يكون آخر في الجراب، وتلك حواليها كإثارت الاعتماد على نفسه.

الطرفان الأسفان قسيران يستخفيهما الفؤر في الحفر والهدنة والذراع من الشَّو.

يقطع صغار الفؤر إلى داخل الجراب إذا فشل بالسطر، حيث ينطوي على نفسه شاملاً طرفه بالذراع رأسه.

وحيات المسلك

تُحلب الماء أو مقلات البطة (أورينيوثيس) أناتينوس، حيوان يجمع الغرائب فهو يولد بيوض، مُكفَّل الأحصاء وذو جناح كالطيور. وعندما تُفقس صغاره، يُغذي بلُحس اللين من عُذو ثدييه، على بطن الأم، لا حلمات لها.



لوعان أخوان من الثنومات فقط ميثاق - قسا مُنقذا للكل (كسلا لثقل الشوكيات)، وهما يُؤلفان مع سكار قبة وثبة صغيرة من الكائنات لدعي وحيات المسلك.

الكوولا

الكوولا (فاسكولاركتوس سيبريوس) حيوان جرابي أسترالي يُحلب للعين في الشجر، ولغذاء يتألف بصورة رئيسية من ورق الأوكاليبتوس. تُلقي صغار الكوولا لثامها الأولى في جراب الأم، وعندما تكبر لوفا، تخرج من الجراب وتشتغل بظفر الأم. والكوولا ليسك وثيقة القرين بالذية ولحم لها تشبهها. فالذية حيوانات لينة تشبهها لا جرابية.



لغذاء طويلة حادّة لحدوث التماسك

أبوسوم فرجينية

لقد حلق أبوسوم فرجينية (ديبلنيس فرجينيانا) لجاعاً لاهراً في قبة الجرابيات. لهذا النوع الجرابي الشجري، من أمريكا الشمالية، قد وُشع مدى انتشاره شمالاً بالكراد حتى كندا. وقد تشبّه له ذلك بتكفله للعين بين البشر - فهو يحوّل الحقائق ويُعطي المصروف ويبحث عن الطعام بين القضايت الغريبة.

لحزب من المعلومات أنظر

الأسنان والدندان من ٣٤٤
الشَّو من ٣٤٧
الشَّو المصنوع من ٣٤٩
البطة المائية (في الأحياء) من ٣٥١
الهايك الداعية من ٣٥٢
التشال الجش من ٣٦٧
حقائق وتعليلات من ٤٢١، ٤٢٢



كوب ديماسي

لقد طُوّر الكثير من الجرابيات أشكالاً وأساليب حياة مُماثلت شيئاً لها من الكائنات المتشعبة. فمثلًا الطورس الجرابي (نوتوركتيس نيكس) تشبه جداً الطورس المشيمي، من حيث بلاءه جسدياً وقوة غرائزه الحفارة، وهو أيضاً مثله يُغذي بالبرفانات الكبيرة والذباب.

الكوول

الكوول (الحيوان) القوط (فيسورس فيريوس) هو الجرابي الأسترالي المُعاني للحر. وهو حيوان ضار لهُم الساطع، يُغذي بالحيوانات الصغيرة كالخشرات والجرابات الأصغر، لكنه ليس مبدلاً ماهرًا لظفوره المشيمي. مُنذُ إدعان الهُ الأهل إلى أستراليا لراحت أعداد الكوول، كما انخفض عدد الكثير من الجرابيات الأخرى أيضاً نتيجة لِشفاقة الكائنات المتشعبة لها.

الرئيسيات

نحن البشر تنتمي إلى رتبة من الثدييات تدعى الرئيسيات، وهي كما يُشير اسمها أعلى الكائنات الحيّة. تُقسّم الرئيسيات إلى فئتين هما: أشباه الإنسان (البشر والقردة والسعادين) والبروسيميات (وتشمل اللبامير وطفول الأدغال والآيات). ويضم جميع البشر إلى رتبة من الرئيسيات ليس فيها سوى جنس الإنسان. والإنسان يعيش على الأرض ويمشي على رجلين، فيما معظم الرئيسيات الأخرى شجرية العيش وتستخدم أرجلها الأربع. العُيَان في الرئيسيات أمامية التوجّه مما يُساعد في تقدير المسافات والأصابع والآياح قابلة للتنبّي فيمكنها قبض الأعصاب والتمسك بها. وتتميّز رتبة أشباه الإنسان بأذنيّة كبيرة ومستوى عالٍ من الذكاء.



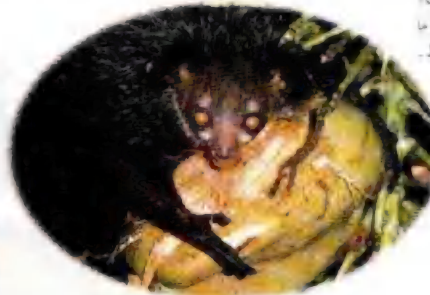
بالمقارنة مع هياكلته القويّة
هياكلته الإنسان ذات فكي
دماغي كبير جدًا وفككي
قشريّين وسنن صغير.

السّلالة (الأورانغوتان)

تعيش الرئيسيات في معظمها في المناطق المداريّة ودون المداريّة؛ وتشمل حوالي ١٨٠ نوعًا. ينتمي الأورانغوتان (بونجوبيجيدوس) إلى فصيلة القردة التي تضم أيضًا الغوريلا والشمبانزي. ويستوطن الأورانغوتان الغابات المطيرة في جنوب شرقي آسيا، وهو، كالعديد من الرئيسيات، مُهدّد بالانقراض، لأن موطنه الجراحيّة تحري إزالتها للأجار بأشجارها، أو لاحتياجها مزارع وأراضي زراعيّة.



السّلالة
(الأورانغوتان)
وسنن القردة
الأخرى عديمة
فككي.



أصل الجنس البشري

إن شكل شجنت الإنسان بالغ الأهميّة في تتبع مسار تطوّر النوع البشري، لأنّ يُمكن تفرّعاها مباشرةً بالجماع الأخرى لافرات الأناعد، وتُشير دراسات العلماء إلى أنّ الإنسان قد تطوّر من أسلاف من أشباه الإنسان كما تُشير الأحافير أنّ عدّة أنواع من أشباه الإنسان كانت متواجدة مُدّة ما بين مليون وخمسة ملايين سنة. ولم يبق منها حاليًا إلا نوع البشر فقط.

الآيات

الآيات (دوسودوما الهندوچيني) المُهدّد بالانقراض من الرئيسيات الدّليّا (البروسيميات) حيوان شجريّ العيش ليبي النشاط، يُعتمد على فرائس الحشرات وورق الشجر. ينتمي الآيات إلى الأماميات فيها أصبح تائيّة طويّة إصابعه، يستخدمها في التقاط الفرائس من فروع أشجار الشجر.

الشمبانزي (بان تروغلويدوس) يستخدم أداة لاستخراج الحشرات من لحاء الشجر.



البهام (الشمبانزي)

يستخدم الإنسان الأدوات عادة للقيام ببناء مُعيّن، ومعدًا قنن بعض الرئيسيات الأخرى. قالبًا مثلًا، يستخدم عديدًا حادّة وقصا الأعتاب لتقريب عن الطعام، كما يُقَرَّب (الفرغوخ) (البابون) أحيانًا الحيوانات الصغيرة بالمجازرة، وتستخدم العديد من الحيوانات الأخرى أدوات لكنّها تُعتمد ذلك بالعمود أصلًا. وتستخدم الرئيسات تُعتمد كميّة شتى الأدوات بطريقة بعضها بعضًا أثناء العمل.



الشمبانزي (بان تروغلويدوس) يستخدم أداة لاستخراج الحشرات من لحاء الشجر.

الكائنات الحيّة - كيف تعمل

لماذا الثّبات أخضر؟ وما وظيفة الدّم؟ وهل جلدك مثبّت أم حيّ؟ أجوبة هذه الأسئلة في كثير من الحالات تتعلق بتركيب المادّة الحيّة. فالكائنات الحيّة تحوي أجزاءً متباينة، لكنّها متوافقة ومتّصلة بشكلٍ رائع للعمل معاً. بعض هذه الأجزاء، في النبات والحيوان، كبير يُرى بالعين المجردة، وبعضها صغير بالغ الدقّة، فلا يرى إلاّ بالمجهر. إنّ أصغر الأجزاء، في سائر الكائنات الحيّة، هو معقّد جداً. وبالتعرّف الدقيق إلى كينيّة عمل الأجزاء الصغيرة هذه يتوصّل العلماء إلى تفهّم طرائق عمل المتعضّيات الكاملة.

كلّ خُرب من الكائنات الحيّة متكيّف لبيئة التي يعيش فيها. فالشجر (الجوز) الشجريّ القليل له ذراعان طويلتان يرتبط بهما بغطاء وشرعبيّ بين أعالي الشجر. وتسلّطه عيناها الأماميّة التوجّه في تعديد الأبعاد بدقة خلال فترته من مُشيّ آخر.



المتعضّيات وبيئتها

جميع الكائنات الحيّة، أو المتعضّيات، تتّسم بها التوافق مع بيئتها. فهي تتغذى من المحيط الذي تعيش فيه، وتستخدم هذا الغذاء في أغراض عديدة تشمل إنتاج الطاقة للتحرك، والمادّة الأساسيّة للنشّ والتناثر. وتحرّر مراحل نشئها طوّرت الكائنات الحيّة طرقاً مُختلفة للحصول على غذائها. فالشجر لا يُحارّز في التوجّه إلى الأوراق والنّماء في أعالي الشجر وأجزاءه الضخمة فادّعى عن نفسه هذا الطعام كميّاتاً متحرّرة تختزن من السّكّرات والطاقة.

الأعضاء

يحوي جسم الشجر (الجوز) مجموعة من الأعضاء تشمل الدماغ والقلب والرئتين والكبد وسواها. وانّسجّم تركيبة ذات وظائف مُعرّفة في نطاق الحفاظ على الحياة، وتُخلّص قسماً مُعيّناً من مجموعته مُتوزعة من الخلايا المُختلفة.

الخلايا

الخلايا أصغر أجزاء الكائن الحيّ، وهي حيّة كاملة الحيويّة. وخلايا الغضروف مُتّصلة في مجموعات تدعى أسجداً، وكلّ أسجد يحوي خلية واحدة من الخلايا ويُؤدّي مَنى مُحدداً من الوظائف.

راموز الجينات

كلّ خلية تقريباً لها مركز تحكم هو النواة. وتوجد داخل النواة خريزات طويلة من الحامض النوويّ الرّبيّ المتطوّر الأوكسين الذي يُشار إليه غالباً بـ "د ن أ". يتألف جزيء د ن أ من نوّلب مُزدوج الخيط ترتبط طاقته "خسوز" كيميائيّة تُؤلف تشلّشها الدّمويّ راموز جينات الخلية. وهذا الراموز أشبه بوضف لطيفة وكيفية ما تقوم به الخلية.

الكبد إحدى أكثر أعضاء الشجر، فهي تُعالج الغذاء المهضوم وتفرّج معه تفاعلات كيميائيّة وتنفّذ نواتج التّشعّب في إنتاج الطاقة.

الخلايا الكبديّة هي أحد أنواع الخلايا في الكبد وهي مُتّصلة صفيحيّة وتفرّج سائلاً تدعى الصفراء (المزّة) تُساعد في عملية الهضم.

تؤلف الخلايا الكبديّة أحد أنواع الأسجدة في الكبد. وفي الكبد خلايا من أنواع أخرى تتكوّن شربوباً أخرى من الأنسجة، كالأوعية الشريانيّة.

مُشكّلات د ن أ المتواجدة في نواة الخلية.



ماكينة الجسم

جسم الحيوان أشبه بمعدنيّة ضخمة تُؤلف من أجزاء مُتّصلة. أصغر هذه الأجزاء يُدعى الخلايا، وهناك ضروب عديدة منها في الكائنات الحيّة. تُوفّر مُجتمعة جميع الخدمات التي يحتاجها الجسم. من موارد للقائه والاتّصالات إلى التخلص من الفضلات. والحيوان الواحد (كما البنية) قد يحوي ملايين الخلايا مُتّصلة بطريقة فائقة الدقّة، وكلّ ما تقوم به أيّ خلية لتُكمّل نواتجها.

أندرياس فيزاليوس

وضّح فيزاليوس (١٥١٤-١٥٦٤) أساسيات علم التشريح الحديث. علم ودراسة بنية الكائنات الحيّة. وهو طبيب بلجيكيّ حلّق أهم إنجازاته في إيطاليا. قدّم في سنّ الثالثة والعشرين أسناده لعلم التشريح. وفي العام ١٥٤٣، نشر كتابه "بنية الجسم البشري" الذي لم يُرَ بدقة المُلاحظة، وخيال المُؤرّم الإيهاميّة. فكان أول كتاب يبيّن تفاصيل الجسم البشريّ بطريقة دقيقة.



الخلايا

كُلُّ كائن حي يتألف من خلايا، وكلُّ خلية منها تُشبهُ معملاً بالغ الصغر، تجري فيه آلاف التفاعلات الكيميائية بتحكم فائق الدقة والعناية. وتستخدم الخلايا هذه التفاعلات لأداء كافة المهام الضرورية للحياة. وتتكاثر الخلايا بالانقسام الثنائي (الشطري) يراراً وتكراراً. بعض الكائنات الحيّة، كالمُتموِّرة (الأميبا) أحاديّ الخلية، وبعضها الآخر، كالإنسان، يتألف من ملايين الخلايا العاملة بتكامل معاً. والخلايا التي تولّد الأنسجة المختلفة في مُتعضّ مُتباينة نوعاً. وتختلف الخلايا النباتيّة عن الخلايا الحيوانيّة، أساساً، بحدّانها الجاسيّة وقدرتها على تخليق غذائها.

العشاء اللازمي (عشاء الخلية)
يُحيط بالخلية عشاءً لازماً متماثلاً يتحكّم بحركة المواد (الكيموالات) من الخلية إليها، فهو عشاء نصف مُنفذ. "يُسمح" الكيموالات التي يُمكنها التمرور عبره من جانب لآخر.

الهيرونيك الغاشقة في عشاء الخلية تنقل المواد المُتعلّقة من الخلية والعماد.

يتألف العشاء اللازمي من طبقة مُزدوجة الهيرونيك.

العشاء اللازمي (عشاء الخلية) الهيرونيك الغاشقة ربيعيّة تُنقل الهيرونيك، وتكوّن إنفا طافية في هيرو الخلية أو مُتصلة بالشبكة الهيرونيك الباطنة.

الشبكة الهيرونيك الباطنة الخشنة

قنوات الخلية (الشيتوبلازم) سائل غلاميّ يحوي المُضَيّات، وغالباً ما يتكوّن داخل الخلية.

المتنشرة عظمى تولّد الطاقة للخلية بتفاعلات النُفس الخلوي. وتولّد طاقاتها الداخليّة يستخار كبريت لتسوي تلك التفاعلات.

خلية حيوانيّة مُترونية

الفجوات الشوبليّة هي جيوب مُخزّنة في الخلية، لتخزين المُغذات مثلاً.

د ن ا في النواة تبقى في داخلها لكنّ التعليمات التي تُسجلها تُنسخ وتُقلد إلى مُختلف أجزاء الخلية.

الشبكة الهيرونيك الباطنة الناعمة تُخلّل المُغذات.

الخلايا الحيوانيّة

الخلية الحيوانيّة أشبهُ بكيسٍ دقيقيّ رُخصه يُلغّها مائع. يُسمّى الخلية ويُغشّها عشاء مُرن رقيق يُدعى العشاء اللازمي. وهو عشاء نصف مُنفذ يُسمح بمرور بعض الكيموالات عبره دون ميواع. وينشط الخلية نواة تُحكّم كل ما يجري داخل الخلية. والنواة مُحاطة بسائل غلاميّ يُدعى الشيتوبلازم (أو هيرو الخلية) يحوي جُسيمات تُدعى عُضَيّات، لكلّ ضُرب منها وظيفة في الخلية.

الشبكة الهيرونيك الباطنة

شبكة الهيرونيك الباطنة هي نُقل العمل في الخلية، وتتألف من منظومة من الأغشية المُترونية تجري فوقها التفاعلات الكيميائية. والأغشية مُطوّاة ومُرتّبة بعضها فوق بعض كطبقات الشطريّة، وهي تُشيل العشاء النوويّ وبالعشاء اللازمي (عشاء الخلية).

تُتألف شبكة العتيّ بُلُغ طولها ٤٠ ميكرومترًا بالمقارنة مع بُعْضَة المُغذات التي يَبْلُغ طولها ٢٥٠٠٠٠ ميكرومتر.

هذه الصورة المُجهرية الإلكترونية المُضطّعة اللون، تُتألف من شبكة العتيّ تُظهر أربع خلايا. أما الخليتان المُترونتان فهما خليتان عُضَيّتين.



رُيبسانك على سطوح الشبكة الهيرونيك الباطنة الخشنة.

المسام في العشاء حول النواة (العشاء النوويّ) تُشَدّق لُصُغ رالوّر إلى خارج النواة.

النواة

النواة هي مُركز التُحكّم في الخلية، وتحوي تعليمات كيميائيّة في جُزيئات د ن ا (الحامض النوويّ الرُيبّو النُفُوسي الأَكْسِجِن) لِكَافّة ما نُفُوم به الخلية. ويتنشر د ن ا عادة في النواة كأيّاب حويّة. وتحوي نوى مُعظم الخلايا نوية واحدة على الأقل، وهي جُسم كرويّ صغير يُحتلّ عُضَيّات تُدعى الرُيبسانك (أو الأجسام الرُيبية).



أحجام الخلايا

تُتَظَنّ الخلايا الحيوانيّة بِتراوَح قُطرها بين ١٠ و ٢٠ ميكرومترًا (بُش) إلى ١٠٠ من المليمتر، يبدأ الخلايا النباتيّة أكثر قليلًا. لكنّ الخلايا تتفاوت أحجامها تفاوتًا عظيمًا، فأصغر الخلايا التي تعيش مُرة هي الجُريّات تُدعى المُتَظُورات، وتُتَظَنّ قُطر الخلية منها حوالي ٠.١ ميكرومتر. أمّا البُوس فهي خلايا مُملّحة، أكبرها بِعُشَة الثُمامة التي قد يَبْلُغ طولها ٢٥ سم، وهي أكبر ما يُعرَف من خلايا.

يُبْصَر العُضَيّة قد يَبْلُغ وَرُغْمَا ١٠٠ كغ.



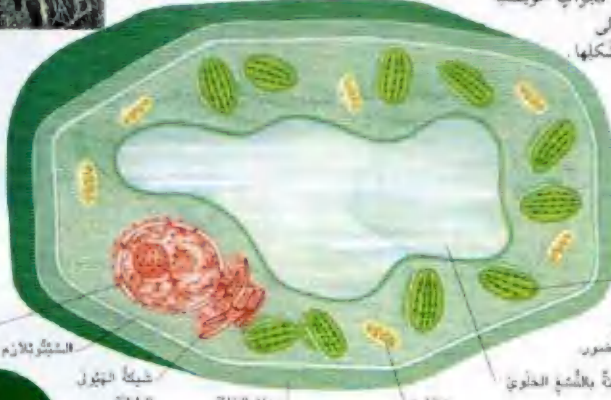
الخلايا

١٥٩٠ صاغ نظاريّ طبيّ مولديّ، زُحارس جانسن بِخترع المُجهر (بُشهر) به أكثر من مُدْب (واحدة) لِجَعْل الأجسام المُصغّرة المُتَظَنّة مُرئية بِالرُؤْي الأولي. ١٦٦٥ العالم الانكليزي روبرت هوك (١٦٣٥-١٧٠٣) يُلْحِظ شرائح رقيقة غير مُجهر، فيرى أشكالًا مُتَظَنّة الشُكُل بِدُمُوعها "لخلايا". ١٨٢٨ طبيب انكليزي ثومور دُفان (١٨٠٠-١٨٥٢) وجاكوب مايايس (١٨٠٤-١٨٨١) يَرْتَبِان أن جميع الكائنات الحيّة تتألف من خلايا. ١٩٣٧ البُيولوجي الفرنسي إدوار شانور، يُلْحِظ أن بعض المُتَظُورات البُشهرية (بُذائات النواة) ذات خلايا مُختلفة تتألف من خلايا جميع الكائنات الحيّة الأُخرى. خلية عُضَيّة

الخلايا النباتية

تختلف الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية أساساً، بأمرين مهمين - فهي ثخانة، بالإضافة إلى الجشاء البلازمي، جدار حاسي من السيلولوز، كما تحوي عضيات تدعى جزيئات اليخضور تكسبها لوناً الأخضر. وتحتوي هذه الجزيئات طاقة ضوء الشمس لتستخدمها الخلية في عمليتي التخليق الضوئي. معظم خلايا النبات تحوي أيضاً فجوات حبيبية كبيرة تكبر السطح الخلوئي الذي يضغط على جدران الخلية فتبقى مكتنزة تحافظ على شكلها. فالتأثيرات يظل يحوز الماء وتكون ضغط السطح (ضغط الانتفاخ) على جدران الخلايا.

خلية نباتية نموذجية



الفجوة البلازمية تقع بين الجدار السيلولوزي والسيتوبلازم في الخلية.

جزيئات اليخضور ممتدة في السيتوبلازم، وهي تكتسب لونها من جزيئات الخضرة فيها. تدعى اليخضور (الكثوروفيل) أما خلايا الكبدور وبطانة الجذع والسيقان فلا تحوي جزيئات اليخضور.

نحوه نلية بالشعبي الخلوئي

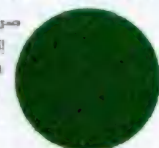
بنية جدار الخلية

تألفت جدران الخلايا النباتية من مادة سميكة تدعى السيلولوز. فتتبع الخلية النباتية دقة من هذه المادة، بنية لها في طبقات متصالية خارج الجشاء البلازمي، يكوّن غلافاً سميكة جداً حولها، ويحوي هذه الجدران الخلوية السيلولوزية المتينة، كانت معظم النباتات تنمو إلى قلمي وحقو قصراء.

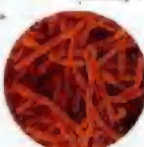
الغلاف

السيتوبلازم (هيكلي الخلية)

صورة مجهرية ضوئية إلكترونية للخلية في اللون الرائب وهي شارة بصورة الخضرة وشكلية ٤٠٠ مرّة



صورة مجهرية ضوئية إلكترونية للخلية في اللون الرائب وهي شارة بصورة الخضرة وشكلية ٤٠٠ مرّة



شكلية البنيوي الباطية

تفحص الخلايا

تتبع الخلايا أصغر حجماً من أن يرى بالعين المجردة، لذا يستخدم الميكروسكوب المجاهر لتفحصها. فالمجهر الضوئي يمكن تكبير الأشياء بوضوح إلى حوالي ٢٠٠٠ مرّة، وتستخدم أصفاً، أو إنارة خاصة، لإبراز أجزاء الخلية المختلفة. أما المجهر الإلكتروني فيمكنه تكبير الأشياء أكثر من مليون مرّة، لكنه لا يستخدم عادة في تفحص عينات حية. هذا ويبدو الضوئية في مجهر السطح (العرضي) الإلكتروني شبيهاً لثلاثة الأبعاد تقريباً.

صورة مجهرية ضوئية لخلية كبدية شكلية ٥٦ مرّة وقد جرى صبغ الخلايا للتكبير رؤيتها. وحيث إن اللون لشدة امتصاصا للضوء فإنها تبدو لونها.



صورة مجهرية إلكترونية لخلية كبدية شكلية ٩٠ مرّة وظهورة اصطفاة، بوجه التكبير في المجهر الإلكتروني يمكن أن تكون قليلة أو كثيرة جداً.



شكلية (خروثوم) فلولجيني جزري، ن أ سطحي في هيولى الخلية غشاء بلازمي (غشاء الخلية) هيولى الخلية (السيتوبلازم) جدار خلوي ثخين خارج الغشاء البلازمي زوائد سطحية تحيط بالخلية

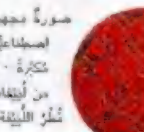
الخلايا البدائية

خلايا البكتيريا والشعبيات الطفرية الأخرى لا تحوي نوى ولا مغلفات، وتدعى بدائيات النوى. أما باقي الخلايا الأخرى، كخلايا النبات والحيوان، فتحوي نوى، وتدعى سوديات أو حقيقيات النوى، وهي أكثر شبيهاً.

صورة مجهرية ضوئية لانياب عضلية شكلية ١٥٠ مرّة يمكن مشاهدة النوى المتعددة وكذلك بعض التخلخلات المتفرقة للعضلات التي تلتصق العظام



صورة مجهرية إلكترونية للون اصطفاة للليف عضلي طويدة شكلية ١٨١٠ مرّة تتألف الليفة من ألياف طوافية عديدة يتلف لونها للليفة منها ١٠٠ من الليفات



أشكال مختلفة لوظائف مختلفة

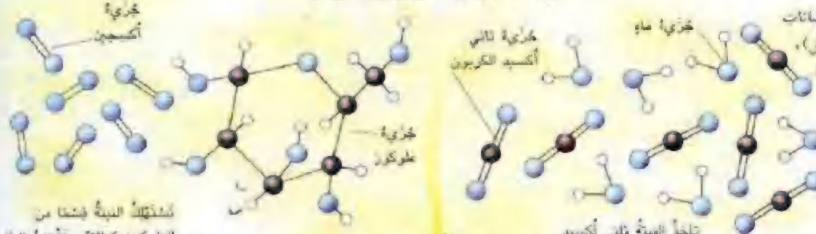
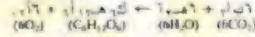
الخلايا المختلفة النشط في النبات والحيوان هي خلايا متخصصة للقيام بوظيفة محددة. فالخلايا الدعنية تخزن الدهن لتكسب دهني، أو ليعين الحاجة إلى ليعن للطاقة. والخلايا العصبية تنقل الرسائل من أحد أجزاء الجسم إلى جزء آخر، والخلايا العضلية تنقل لتحرك أحد أجزاء الجسم. وتنقل خلايا الدم الحمر الأكسجين في الحيوان، كما تنقل الخلايا العريانية المغذيات في النبات. وبخلاف معظم الخلايا الأخرى، فهذان النوعان من الخلايا غيبسا النواة. وتترواجد الخلايا الحارسة في سطح ورقة البات وتحتكم بالتغيرات لضبط السطح والتنفس، وهي تحوي أيضاً جزيئات اليخضور لاستخدام طاقة الشمس في التخليق الضوئي.

لزيد من المعلومات انظر
المقدمة - كيف ومادة يعملون من ١٤
الإنتشار من ٢٠٤
التمغضيات الوحيدة الخلية من ٣١٤
الجرانيم (البكتيريا) من ٣١٣
التخليق الضوئي من ٣٤٠
التنفس الخلوي من ٣١٦

التَّخْلِيْقُ الضَّوْئِيُّ

نحن لا يمكننا تخليق الغذاء بمجرد التعرُّض لثور الشمس كما تفعل النباتات. فخلال عملية التخليق الضوئي تستمدُّ النباتات الطاقة من شُع الشمس لتستُخْلِمَها في تحويل الماء وثنائي أكسيد الكربون إلى سُكَّر بسيط يُدعى الجلوكوز. وهي تستهلك قِسْماً من هذا الجلوكوز في أنشطة خلاياها، وتحوِّل الباقي إلى موادَّ أخرى كالنَّشَاء والسُّلُوكُوز. والنباتات ليست الكائنات الحية الوحيدة التي تقوم بعملية التخليق الضوئي، فبعض الأولي وبُذائِبُ التُّو (المُؤَيِّرَا) تُخْلِقُ الغذاء بهذه الطريقة أيضًا.

في عملية التخليق الضوئي تتفاعل الأوراق الماء وثنائي أكسيد الكربون وتنتج الجلوكوز والأكسجين. حسب المعادلة الكيميائية التالية:



تستعمل البنية شتتا من الجلوكوز كطاقة وتُخزَّن الباقي بعد تحويله إلى مواد أخرى كالسُّلُوكُوز البسيط والنَّشَاء وتُطلق الأكسجين في الهواء.

عندما يُشعل قشور عر قطعة من عُشب البرك تحت القبع تتصاعد فقاعات الأكسجين في أنبوب الاختبار.

عُشب البرك في ماء المختبر تحت قبع زجاجي.



تحرير الأكسجين
لا يمكننا مشاهدة الأكسجين الذي تُنتج النباتات في الظروف العادية. لكن أثناء عملية التخليق الضوئي في النباتات المائية، تتكوَّن فقاعات الأكسجين أحياناً على سطوح الأوراق. أمَّا ثاني أكسيد الكربون فتُخزَّن فيه هذه النباتات من المُغذَّات بِنَاء في الماء.

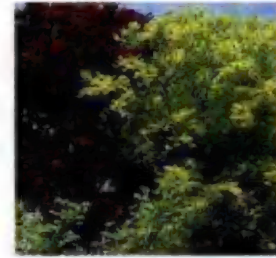
المزيد من المعلومات انظر

- توصيف التفاعلات ص ٥٣
- الضوء ص ١٩٠
- اللون ص ٢٠٢
- الهضم ص ٣٤٥
- التنفس الخلوي ص ٣٤٦
- النمو وتراجله ص ٣٦٢



أوراق الخريف

في الخريف، يتحلل الكلوروفيل في أوراق الكثير من الشجر (نُشْبِها الشَّعَلَة) فتُفْرِغُ حَيْثُ يَتِيَّ حُطْبُ أُخْرَى بَاقِيَةٍ فِيهَا كَالنَّشَاءِ الخِزَائِيَّة التي تُحْمَلُ الخِزَرُ تَظَاهِيًا، أو الأَثَرُ سِيَّائِيَّة. التي تُحْمَلُ بعض النشأ أحمر.



لماذا أوراق النبات في معظمها خضراء؟

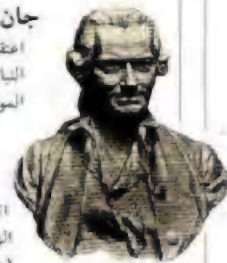
يتألف ضوء الشمس من ألوان مُتَعَدِّد. وغالبية النباتات تحري حُطْبًا أَحْمَرًا، يُدعى الكلوروفيل، يمتصُّ الخِزَرُ الأخضر من الضوء، فتأخذ خضراء وينتقل الكلوروفيل الخِزَرُ إلى الأوراق والأحمر ويُستعملُها في عملية التخليق الضوئي. وهناك نباتات، كالزَّان الحُجَاسِ أو الأَرَجُونِيَّ، ألوان الشمس في الخِزَرُ أعلاه، وتُظَاهِي عِشَاب البَهِيرَةِ الحمراء والبَيْضَة، تُستعملُ بالإضافة إلى الكلوروفيل. حُطْبًا أُخْرَى تُنْتِجُ ألواناً أُخْرَى من الضوء فلا تبدو خضراء.

كيمياء التخليق الضوئي

تتم عملية التخليق الضوئي في الأوراق حيث تحري العديد من خلاياها عُضَائِبَ دَقِيقَةً تُدعى خَيْلَات الكلوروفيل. يمتصُّ الكلوروفيل والخَيْلَات الأخرى في الخَيْلَات، طاقة شُع الشمس لتُستعملها في إنتاج سلسلة مُتَعَدِّدَةٍ من التفاعلات الكيميائية. في هذه التفاعلات تُخْلَقُ جُزْئَاتُ الماء إلى ذُرَّاتٍ من الهيدروجين والأكسجين؛ فتُفْرِغُ ذُرَّاتُ الهيدروجين جُزْئَاتٍ ثاني أكسيد الكربون لِتُنتِجَ الجلوكوز. ويُطَبَّقُ الأكسجين حُرًا كَنَاجِي ثانوي.

جان إنجنهوز

اعتقد الناس سابقاً أن نمو النباتات يتم بامتصاص المواد من التربة فقط. ثم تبين في القرن الثامن عشر أنها تحتاج إلى الهواء أيضاً. فقد اكتشف العالم الهولندي، جان إنجنهوز (١٧٣٠-١٧٩٩)، أن



النباتات، في نور الشمس، تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الهواء وتُنتِجُ الأكسجين. كما وجد أن سائر هُلبس العائِزِين يُعْكَسُ في الظلمة (نتيجة لعملية التنفس المُعْشَمَرَة).

نظام النقل في النبات

إذا أغلقت ترؤيد نبتة منزلية بالماء، فإنها تدبّل وتموت. ويحدث ذلك لأن النباتات تحتاج إلى الماء لتعيش. يسري الماء صعوداً عبر جذور النبتة وسوقها وأغصانها، ويتبخر في الهواء بالتّح من أوراقها وأزهارها. وتعمل هذه الحركة على إبقاء خلايا النبتة ممتلئة، كما تحمّل إلى عل المواد الغذائية المذابة من التربة. وفي النبات نظام نقل آخر يُدعى "انتقال النسج الكامل" يعمل عادةً في الاتجاه المعاكس، حاملاً المواد الغذائية من الأوراق إلى البراعم والتساليح والجذور.

يتبخر الماء من الورقة
عبر مسام بطيئة تدعى
الثغرات. تنتشر ببطء على
سطحها السفلي.



نظام نقل في اتجاهين

ينقل الماء صعوداً في النبتة عبر خلايا النسج الخشبي الأسطواني الشكل والصلبة طرفاً بطرف. وعندما تموت تلك الخلايا تُخلّف وراءها أوعية أسيمة دقيقة ملأى بالنسج الناضج تنقل من الجذور صعوداً إلى كل ورقة. أما المواد الغذائية المذابة (النسج الكامل) فتنتقل عبر نظام من الأوعية الأسيمة المختلفة لتولّفها خلايا اللحاء الداخلي.

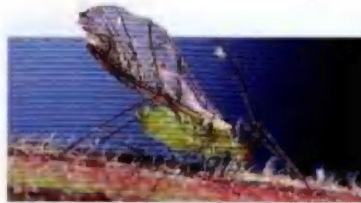
التح

تفقد الشجرة الضخمة يومياً قرابة ألف لتر من الماء عبر أوراقها بالتبخر. فما الذي يدفع الماء صعوداً لتعويض ذلك؟ الواقع أن الماء الصاعد يُدفع ويُجذب. فالجذور خلايا تدفع الماء صعوداً إلى مدى قليل بما يُدعى ضغط الجذور، كما إن الماء الشحيح من الأوراق يُجذب مزيداً من الماء ليُحلّ محله. ويحدث هذا في بعضه، لأن جزيئات الماء تجذب بعضها بعضاً، وفي بعضه الآخر بالضغط التناضحي (الأسموزي).



تساهمة النسج

يُمكنك معاينة النسج عملياً بوضع صيلع ثوري من الكركس في إناء لرن ماءً بصلع أخضري أحمر. فتحلّ الماء من الأوراق بصلع الماء في الصلغ حاملاً النسج معه. وهذا دليلٌ على أن الماء ينقل عبر أنابيب دقيقة في خلايا النسج الخشبي.



الاغناء بالنسج

المنافع الشجرية في خلايا اللحاء الداخلي يُوفّر غذاءً على الطاقة للعمليات مائة النسج. فالأوراق (خضرات النبتة) تلتقط الشوق وخلايا اللحاء الداخلي بأجزاء أفرانها الحاذقة، ثم تُجرس النتر والنسج. وأحياناً تجرس الأجزاء من المادة الشجرية أكثر مما يُمكنها حمله، فطره طرابت لرجة تدعى غسل الأوراق.



أنابيب النقل

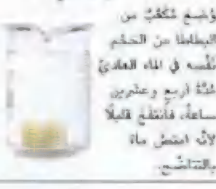
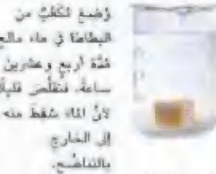
خلايا النسج الخشبي واللحاء الداخلي تتصام معاً في مجسورات تدعى الخزم الرعائيه - تكون النسج الخشبي من الداخل واللحاء من الخارج، وغالباً ما تكون خلايا النسج الخشبي ممتلئة مما يقي الأنابيب معترضة لانكسار السوائل صعوداً بشهورة.



الانواع (النسج)

أحياناً في النباتات الخفيفة (اللاطحة)، يُصلح الماء صعوداً من الجذور بسرعة تفوق سرعة تسجّه من الأوراق. تتكوّن نتيجة لذلك قطرات ماء حول أطراف الورقة لأن الماء لم يتبخر بسرعة كافية. ويُعرف هذا بالنسج أو الانواع المائية. وتحدث الانواع غالباً بعد العتمة شرط أن يكون الهواء ساكناً ورطباً.

مزيد من المعلومات
الطريقة المُحرّكة ص ٥٠
الألوان ص ٢٠٢
التنفس الزفري ص ٣١٨
الخلايا ص ٣٣٨
التنقل القسري ص ٣٤٠
التكاثر اللاجنسي ص ٣٦٦



التناضح

إذا وضعت عُشقون بطاطا مقشوراً في ماء مالح جداً، فسيُفظ الماء من خلايا البطاطا إلى الخارج. أمّا إذا وضعت في الماء العادي، فخلايا البطاطا هي التي تُمتص الماء حينئذ. إن سريان الماء إلى الخلايا أو منها يُدعى التناضح. وفي عملية التناضح يسري الماء عبر غشاء يُصغ مُقل من الجانب الذي يحوي نسبة أعلى من جزيئات الماء إلى الجانب الذي يحوي نسبة أخفض من جزيئات الماء (وبالتالي مواد مذابة أكثر).

التغذية

كلُّ كائنٍ حيٍّ يحتاج إلى المُغذّيات (الموادّ الأوّليّة) للعيش. والتغذية هي وسيلة الحصول على تلك الموادّ واستخدامها كما ينبغي. والإنسان، كسائر الحيوانات الأخرى، غيّريّ الاعتناء، إذ يُحصل على المُغذّيات بتناول الأطعمة العضويّة مُركّبة. وتحتوي الأطعمة المختلفة ثلاثة أنواع رئيسيّة من المُغذّيات هي البروتينات والدهون والكربوهيدرات. فالبروتينات تُبني أجسامنا ونُركّم ما يتلف من أنسجتها، أمّا الدهون والكربوهيدرات فتُستخدم أساساً لتوفير الطاقة. كذلك نحتاج إلى مُغذّيات أخرى، لكنّ بمقادير أقلّ، كالمعادن التي تُبني جزيئات مهمّة في الجسم، والفيتامينات التي تحفّز تفاعلات كيميائيّة مُعيّنة. أمّا الشّابات فمُختلفة طريقة العيش تماماً، فهي ذاتيّة الاعتناء. تقوم بتصنيع غذائها بنفسها، ولا تحتاج في ذلك إلا إلى مُغذّيات بسيطة كثنائي أكسيد الكربون من الهواء، والماء والأملاح المعدنيّة من التّربة.



الغذاء المتوازن

التغذية الحيثيّة لغزٍ تناول الغذاء الصحيح بالنسب الصحيحة، في المثلث أعلاه، ونجسّ بشبّا أصنافاً مُتعدّدة نُحوّلها لثلاث من البروتينات والدهون والكربوهيدرات، كما نحوي مدّى شاملاً من المعادن والفيتامينات. إنّ من المهمّ جدّاً تناول تشكيلة شاملة من الأطعمة، تلك الأطعمة "الحليّة" كالفواكه والخضراوات، التي تُوفّر حاجات الدهون والكربوهيدرات ثوباً سوازاً.



الغذاء المتوازن
مطابقة الكميات
والاستقرار في
الزمن من الوجبات
المعتدلة
بالسكريات، مثل
الخبز
بالبروتين، لذا تُعزّز
الغذاء المتوازن
الغذاء المتوازن

شجرة (أندروج)
الغذاء المتوازن
(بالميلو سلاوون) تترك
7 تنوّعاً عن الأكل
بالميلو سلاوون.

سوء التغذية

إذا فقد غذاء الحيوان نوعاً مُعيّناً من المُغذّيات، تُعرف صحته بشيء التغذية، وقد يُعاني من "داء الغور". في بعض أقطار العالم، يُعاني الأطفال من الكواشرلور السُفلي، وهو مُوراثيّ (داء غوري) سيّء يُفكّس البروتينات، والسمات أيضاً بشيء حالها إذا انتشرت التّربة إلى بعض المعادن السُفليّة. أوراق الكزّز المُعيّنة أعلاه، تُعاني من غور المُعسّوم.



مُلقح الطائر
طويل أنبوب السّكر
تلقّح الكزّز.

النظام الغذائي

النظام الغذائي، بالنسبة للغذاء، لا علاقة له بالحيثيّة وتحتفك الوزن، بل هو مُجسّد ما يتناولهُ الحيوان من الطعام. بعض الحيوانات تتنوّع الطعام، وبعضها تُختصّص. فالطائر المُلقّح، مثلاً، يقتات أساساً بعصير (رحيق) الزّهر، وهو سائل سُكريّ غنيّ بالكربوهيدرات ويُضخّج جيّد للطاقة.

العاشبات

طُورت كثيرٌ من الحيوانات من الأسماك حتّى الحيلة كغذاء بالاعتماد السائل فقط، وتُعرف بالعاشبات. لكنّ هذا الطعام يقتصرُ غالباً على المُغذّيات، لذا تُلقي العاشبات قسماً كبيراً من حياتها في الأكل لتُحصل على كفايتها من الطاقة والمُغذّيات. بعض العاشبات، كالجمادى، يجري جهازها الهضميّ نوعاً من التّكرير يُساعدُها في تحليل الطعام لاستخلاص المُغذّيات منه.



الأحماض

سكّنة الكركي من القواصم، التي تُلقّح بالحيوانات الأخرى، معطائها لغزٍ بالتغذية، لذلك تُفكّك البروتين الواحد من وقتاً طويلاً. لكنّ هذا النوع من الطعام ليس سهل العلي. فتلدّ السكّنة غذاءً، كما سائر القواصم، طاقة ونُفحة ووقتاً طويلاً لإيجاد الوحيدة من الطعام وإيقاضها.

القوارض

الراكوت والدبّ والإنسان من القوارض التي تُلقّح بالأعصية النباتيّة والحيويّة. والقوارض ليست مُتشدّدة في انتقاء طعامها - لذا يَشتر لها عادة إيجاد ما تأكله. وتُشغّل الرّاكوت بخامس الأجزاء بقليل من الأطعمة الإنسان.



المزيد من المعلومات

- كيمياء الأغذية ص ٧٨
- المفصلّات ص ٣٢٢
- الأسماك ص ٣٢٦
- الإغذاء ص ٣٤٣
- الأشجار والنباتات ص ٣٤٤
- الهضم ص ٣٤٥
- الشّجيرات والنباتات الغذائية ص ٣٧٧
- خفايا ومعلومات ص ٤٢٢

الاغْتِذاء

في العصور القابرة، كان الناس يحصلون على قوتهم بجمع الزهور والثمار وصيد الحيوانات. أما اليوم فمعظم طعامنا يتبع في المزارع على اختلافها، وبدل أن نجتمع بأنفسنا، يقوم أهل الحضر وسكان المدن من بشرائه من الحوانيت. غير أن ذلك مختلف جدًا في العالم الطبيعي؛ فالحيوانات البرية تقضي قسمًا كبيرًا من وقتها في الاغْتِذاء أو في طلبه سائلةً سبلًا تعتمد على نوع الطعام الذي تأكله. فالعنايات (أكلات النبت) عمومًا لا تبحث بعيدًا عن طعامها، لأن النباتات مستقرة في مواقعها لا تغرقها. أما اللحامات (أكلات اللحم) فعلها تعقب فرائسها وقتصها؛ لكن بعض الحيوانات، كالتيقنل وشقي البحر، يقبع في مكان واحد ويتنظر اقتراب الغذاء منه.



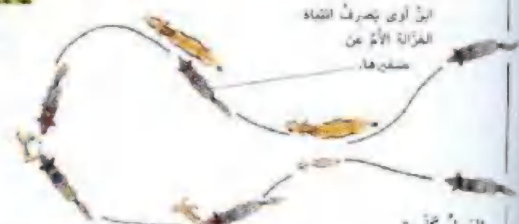
الامان مع القطيع

لحقني الغزلان بالأعشاب في سهول إفريقيا الشاسعة المكتوفة أمام أعينها الكثير - حيث سيئها الدعامي الوحيد هو شرعة الغد فرها. لذا نجد الغزلان أمانًا أفضل بالعش لطفًا. فبما تعطيها برعي الخشب، يقوم العشب الآخر بالحرارة الخيرة تحسب لأي خطر داهم.



المفترس والفريسة

الزبابة النمرية هي إحدى أصغر البورات المفترسة حجبًا إذ لا يزيد طولها، من الرأس إلى طرف الذيل، على ٥ سم ولا يزيد وزنها على ثقل مكعب من السكر. وزعم حجمها الضئيل، فهي صارية شرسة تفيض الحظوظ (دودة الأرض) بألسنتها الحادة وتبدأ الاغْتِذاء بها على الفور. وتستهلك الزبابة يوميًا كمية طعام تكافئ وزنها كحسور حيوانية. أما الضواري الثلثة الأكثر، فتأكل كميات أقل نسبيًا، لأن أجسامها تستهلك الطاقة بتعدّل أبطأ كثيرًا.



المعمل كغريق

تستبد بعض الضواري فرائسها بالعمل جماعة كغريق. هنا أحد نبات أوى لهاجم الغزال الأم، زعم أنه لا يلقى عليها، ليصرف ابتهاجها عن صغيرها - في حين يتفحص أوى الآخر على الصغير ويقتله. وهكذا يتحاجن معًا في الحضور على وتجيء ما كان يستطع واجدهما الحضور عليها بمفرده.

الاغْتِذاء الارتشاحي

هذه البؤدة البرونزية (برونولا إيشنوم) لعاشق بارنشاخ الشببات الغدائية الدقيقة من الماء. عراؤها خلقت من اللواص تخلص شبيبات الطعام فتذللها شعيرات دقيقة نحو لم الدودة. هنالك حيوانات مختلفة كثيرة تتغذى بارنشاخ الغذاء. تشمل الزحريات، كالسمار وبلغ البحر والإنشبات والخيارات الكبيرة، وتغذي الحيوانات الصغيرة الارتشاحية الاغْتِذاء عادةً حياتها البالغة في مكان واحد، أما أكثر الحيوانات الارتشاحية التقليدية فهي الحيئات التي ترتشع غذاءها أثناء السباحة.



الاغْتِذاء بفضلات الطعام

عندة من المفتر المختلفة تعتنق بالمواد الغذائية في هذه البقعة من الخبز. وهي طيما لا تبتلع فقط الخبز كاملة، بل تمتص منها الكيماويات الغذائية بواسطة قنل من الشيطان الدقيقة. وهذه المفتر، كما البكتيريا، مهمة جدًا لأنها تعمل على تفكيك وانحلال بقايا المتعضيات الحية بعد موتها، ولذلك تسمى زمادات. وهنالك مفتر أخرى تتغذى وتتمو على المتعضيات الحية، وتسمى قنليات.



شكة تحت مائية

نعرض برفقات الكاديس (الديانة البحرية الصاخات) في السحاري البحرية حيث يرتفع تحتها نحتًا من الغذاء. كثير بعض منها يتغذى بأسلوب مختلف. فليس الزبابة شكة حريرة تلتج هي في حلقها بانتظار الحيوانات الصغيرة التي تسوقها المياة إلى الشكة تاكلها.



لمزيد من المعلومات انظر

- كيمياء الأغذية ص ٧٨
- الطفرات ص ٣١٥
- قضايا البحر والمضايق البحرية ص ٣٢٠
- الزحريات ص ٣٢٤
- الحيوانات ص ٣٣٤
- الأشنة والمضاج ص ٣٤٤
- السوم ومزاجه ص ٣٦٢
- الشلل والشببات الغذائية ص ٣٧٧
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٢

الأسنان والفكان



تقطع الطعام

يستطيع الكلب بعضلات فكيه القوية فمضغ الطعام بأسنانه. وهو حين يأكل يتحرك الفك السفلي ضوفاً وتزولا كالمضغ. في التعاقبات، يتحرك الفك السفلي من جانب إلى آخر، كما ضفوداً وتزولا.



تفكك
عضلات الاربع
عضلات الفك

أسنان اللواحم

الكلب لا يجمع نموذجين - ثنث بالثمن عالياً - له هي تقام فكيه اثبات طويلاً عريض الطعام، تليها نحن مؤثرة الفم احراس حادة مارقة تثنى الثمن يمكن ايتلاعه.



الإنسان البشري

نجدد الإنسان الأولى في الإنسان (الزواضع أو أسنان الحليب) تفسد تعاني فواضع وأربع ايات وانما طواجن. أما النجودعة الثانية، المعروفة بالأسنان الدائمة، فتبدأها ٣٢ سن عند ظهور الناس، والراجل (احراس العقل) أجراً ما يظهر منها، وهي قد لا تظهر قطفاً عند بعضهم. وبلا شك يثبت الجذر في الفك. عظم الفك



عاج السن
توديف الت
الجذر
وعلا قنوي
نفسيت بقتل عن طول
الاصمية الدويقة

باطن السن

الجزء الظاهر من السن، يقارب بصره حجماً ويسمى التاج. ويتلف السن فكل بالبياء فوق طبق من العاج الضلب، وتلف قلب السن ثل طريق حث وأوعية قنوية وعصب. وتوزع الأسنان في عظم الفك جذور طويلاً واستثنت حاص.



الأسنان القارعة

قواطع الكروبي، وهو قواطع مائل، الإميلية الشكل دائمة الثنث. وكل قاطع منها تعلقها الحياء من واجتها الامامية فقط، فبناقل جانبها الخلفي يسرع أكثر تارك الحافة الامامية حادة قوماً.



أسنان العايات

الكروبي عايت لنودجين - يأكل الكيت فقط، قواطعه الطويلة تعلق شوق الكيت العايت، واحراسه تعلقها، وتصل بين هاتين المجموعتين من الأسنان فجرة فكية.

أسنان الإنسان

الإنسان من الفواضع التي ثنثت بالثمن واللثمن. نحن تستخدم أسنانه الامامية (القواطع) في قضم الطعام، واليابنا الصغيرة في قبضه، واحراسنا (القوارج) في طحنه وغزبه. وتثنى الفك المتحرك (السفلي) شعفاً وجدياً عضلات قوية تربطه بغضني الرخنتين والضدغين. وتحتك أثناء التقطع تحسن التول في هذه العضلات.

تتعرض الأسنان
يتوقفي في اسنان
فكية خاصة.

الأسنان البسطة

تستعمل أسنان الحيوانات لتقطع كاسنان الكائنات. فأسنان الزواحف، كهذا الضفادع، شاملة وتنبأ الشكل، لا يمكنها قطع الطعام، فهي تلجأ إلى دشر طعامها تحت جسم ضلب فمكة، وتسلقه شففاً.



عديمات الأسنان

كثير من الحيوانات مشهور بأجراء قنوية شلبة بدل الأسنان. فبرقاة السمك (الزغاش) هذه تلتصق فريستها "فم" لتتغذى. حاص، يتلفد لفص الحيوانات العارية. وللكثير من الحشرات العايتة (الحناب) حجرة معدية تعلق الطعام بتد نليه.



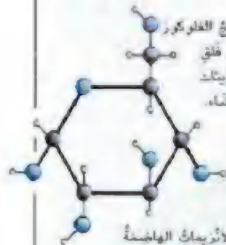
مزيد من المعلومات
المصطلحات ص ٣٢٢
الزواحف ص ٣٣٠
الحيوانات ص ٣٣٤
الانبياء ص ٣٤٤
العضم ص ٣٤٥
الهياكل الدائمة ص ٣٥٢

الهضم

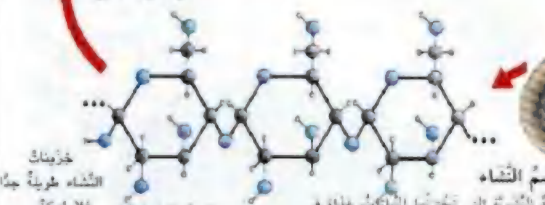


الهضم الخارجي

الفاكيت ذات أقدام بالغة الضخمة. لذا فهي تهضم غذاءها قبل ابتلاعها. فعندما تلتصق العنكبوت حشرة، تحقنها بإساقيل أنزيماته لتحلل الأجزاء العظيمة في جسدها الضعيف، ثم تسحب العنكبوت السائل والمغذيات بامتصاصها.



الأزيمات الهاضمة تُفكّك الروابط بين الوحدات السكرية.



الغذائية الواحد من الششاء يتدفق امتصاصها، لذا جزيئات عديدة من الجلوكوز.

تقوم عدة أنزيمات في المعدة والأمعاء الدقيقة بهضم البروتينات.

تتحول الدهون إلى قطرات بوسيلة الإنزيم (الصفراء)، وهي الماء الذي تفرقه المرارة وهذه القطرات تهضمها أنزيمات المعى الدقيق.

لمزيد من المعلومات انظر
الحفارات ص ٥٦
كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
كيمياء الأغذية ص ٧٨
التغذية الخلوية ص ٣١٦

في عملية الهضم، تتحلل المواد المُعدّدة التي تولّف الطعام (من كربوهيدرات وبروتينات ودهون) إلى مركّبات أبسط يُمكن للجسم امتصاصها. ويبدأ الهضم حالما يبدأ بمضغه. وخلال مرور الطعام في المعدة ثم في المعى الدقيق، تعمل أنزيمات (بروتينات خاصّة) مُختلفة على هضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون. وتُمتصّ منتجات الهضم عبر جدار المعى وكلّ ما لا يُهضم يتابع مساره في القناة الهضمية إلى خارج الجسم. إنّ عملية الهضم هي أولى الخطوات للحصول على الطاقة من الطعام.

الهضم في الفئران

عندما يتلخّص الفأرة طعاماً يتغلّز أولاً إلى المعدة حيث يُحلّل جزئياً بواسطة حامض قوي. ثم يُتابع مساره إلى المعى الدقيق فالعظيم حيث تمتصّ منتجات الهضم والماء. تمرّز بكتيريا الفأرة موادّ هاضمة وقوية تعادّل حامض المعدة، أمّا البشريّة فهي كسّ زمني (غير نافذ) يتم فيه هضم الغذاء النباتي.

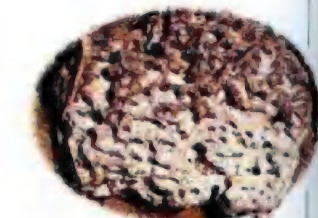


الفتح والأرّ والبطاطا غنيّة بالموادّ النشوية التي تخزنها النباتات غذاء في خلاياها. تألّف جزيئات الششاء من بنات الوحدات السكرية الشراطة معاً في سلاسل طويلة. وهذه السلاسل تتحلل أثناء عملية الهضم، بمرور الأنزيمات، فتُنتج جزيئات عديدة من الجلوكوز - وهو سكر بسيط يُمكن للجسم امتصاصه.



هضم البروتينات والدهون

عندما تأكل قطعة من اللحم، تتحلّل البروتينات والدهون المتواجدة فيها إلى جزيئات أصغر جداً تجري امتصاصها في المعى الدقيق. تتحلّل البروتينات إلى سلاسل عديدة الأمينو، وهذه السلاسل بدورها إلى أحماض أمينية. أمّا الدهون فتتحول أولاً إلى قطرات دقيقة ثم تتحلّل (إلى غليسرول وأحماض دهنية).



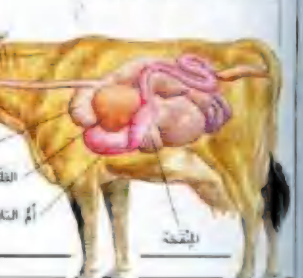
غذاء بالواسطة

لا تستطيع الأرض هضم بيكتونوز النبات بقشورها. لذا تلجأ إلى قُطَر تهضمها لها. فتكسّر قطعاً من ورق النبات تحت الأرض وتشتطها لاستياد القُطَر الذي يهضم الغذاء الباقى ويمتصّه. ثم تتغاث الأرض بقطع من القُطَر تهضمها بشهور.



كيف تهضم البقرة القُطَر المُعشَب

تهضم الأبقار المُعشَب بمساعدة مُتعضيات ضغرفية وتعدّ رابعة الأقسام. يدخل الطعام أولاً إلى الكُرْتِي قائلقشوة حيث تعمل المُعضيات البجهرية على تحليل السليولوز. ثم تُجترّ البقرة الطعام فتضغه ثانية وتبلّعه ليعود إلى المعدةتين الأخرتين حيث يتم هضمه. نحن لا نستطيع هضم السليولوز في غذائنا النباتي، لذا فهو يغير أحياناً كخشاش أو البالي.



طاقة يُمكنُ التَّحكُّمُ بها

يزود الجسم بمعظم احتياجه
من الأكسجين
من خلال
الخلوي

نفسهم المقدرة اغشيت
لظلماته نوره شطوحا
سبحه تجري
نورها النفاذ
كماوتة

التنفس في النبات

خلايا يخلط
 من الجلوكوز
 من
 +
 يمدد كثير
 من الطاقة
 ←
 ميتة جزيئات من ثاني
 أكسيد الكربون
 +
 ميتة جزيئات ماء
 مخزول ثاني
 أكسيد (أي دي بي)
 ت الأدينوسين
 عند الحاجة إلى

شَحَنُورُ الطَّلَافَةِ
الْمُتَبَعَةُ أَثْنَاءَ صَلَاةِ
التَّسْبِيحِ الْخَلَوِيِّ
يُاسْتَحْدِثُهَا فِي
شَهَابِ الْأَدِيمِ
إِلَى ثَلَاثِ شَهَابَاتٍ
(إِي مَنِي يِي) وَ
الطَّلَافَةِ بِشَحْلٍ (إِي
لَا طَلَفُهَا.

ہائز کرپس

شرف الكيميائي الأجنبي
الألماني، هانز كيرش
(١٩٠٠-١٩٨١) دور

العلم كوز الكامل في
عبدية النفس الخلوي
وكان معلوما أن جزيء
العلم كوز يتحلل متبعا مائة
سنة في حاضن البيرونيك،

لكن ما كان أحدٌ يُدري مصير حامضٍ

البيروثيك. وقد كشف كريس أنَّ هذا الحامض يدخل دورة متواصلة من التفاعلات الكيميائية في المصفَّرات. تُعرف بلقوة حامض الشريك أو دورة كريس، ينحل فيها إلى ماء وثاني أكسيد الكربون، وتُحرَّر الطاقة المُطلقة خلال هذه التفاعلات في تحويل (إي دي بي) إلى (إي تي بي).

ماذا يَحْدُثُ أثناءَ التَّنَفُّسِ

بعند الجسم القوي في إنتاج طاقته أساساً على الغلوكوز، وهو سكر يتجه الجسم من مخزن النشا، والكربوهيدرات الأخرى في الطعام، قبل استهلاكه في عملية التنفس الخلوي. يُنقل الغلوكوز إلى مادة أبسط في حايوس البيروكس، الذي ينقل إلى مُعَدِّرات الحلية حيث يُشَجَّد بالأكسجين لتُنتِج ماء وتُنتِج أكسيد الكربون ويُقدَّر أن ٨٠٪ من الطاقة المُستخدَمة لإطْراب الجسم الحيويَّة تكُفَّل بواسطة المُعَدِّلات مثلاً. وهكذا فإنَّ عملية التنفس الحيواني هي بالعامَّة معكُوس لعملية التخليق الضوئي حيث تُستخدَم الطاقة لتُصنِّع الغلوكوز.

التفقس اللاحيواني

و قد عُدَّتْ سُرْعَةُ تَهْدِئَةِ بُنْدِ الْأَكْسِجِينِ مِنْ سَبَبِ غَضَلَاكٍ وَلَا يُمْكِنُهَا تَحْوِيلُ الْعُلُوكِ إِلَى مَا وَتَانِي أَكْسِيدَ الْكَرْبُونِ بِأَنْ تَعْلُوهُ، فَبِغَايِ الْأَكْسِجِينِ، إِلَى حَامِضِ الْكُلْنِ (الَّذِي يُسَمَّى تَرْتَرِيْدَهْ مُعْضَا فَعْلًا)، بِالتَّكْسِ الْأَحْمَرِي، وَخِلَالِ اسْتِرَاحَتِكَ بَعْدَ الْعَدُوِّ يَحْتَلِ حَامِضُ الْكُلْنِ بِاسْتِخْدَامِ الْأَكْسِجِينِ، بَعْضَ مُعْضِيَّاتِ، كَالْحَمَازِ وَالْكَرْبِيَا، تَحِيْثُ عَادَةً التَّكْسِ الْأَحْمَرِي فَوْقَ سِوَاهِ.

لمزيد من المعلومات انظر

- الشفور ص ٤٣
- الأكسجين ص ٤٤
- الاختبار ص ٨٠
- الخلايا ص ٣٣٨
- التخليق الضوئي ص ٣٤٠
- النظم ص ٣٤٥
- خفائن ومعلومات ص ٤٢٢

التنفس

التنفس شهيق وزفير. في الشهيق يُسقط الهواء إلى داخل رئتيك، فينشتر أكسجين الهواء عبر بطانتها الرقيقة إلى الدم الجاري في الأوعية الدموية الدقيقة في الرئتين. وتحمل كريات الدم الحمراء الأكسجين إلى جميع أنسجة الجسم. وفي الوقت نفسه، يسري ثاني أكسيد الكربون (الغاز الناتج عن التنفس الخلوي) في الاتجاه المعاكس ليُطرَد مع هواء الزفير. اللبونات والظهور والزمانيات والزواحف تنفس برئتين، أما الأسماك فحيشومية التنفس. وللحشرات أنابيب تنفس قصبية ذات فتحات جانبية في بطونها.

الخدجدة شبيهة لمضروبي بحري الأوتار الصوتية. هواء الزفير يُنكّث الأوتار الصوتية فيحدث الصوت.

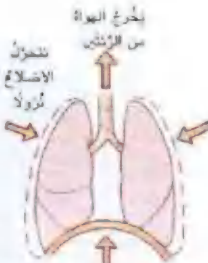
تمتد الرغاسي القصية البولانية من الحنجرة إلى الرئتين. وهي مفتوحة دوماً بفضل خلفات حشروفية تشبه دائرية.

رئتان مختلفتا الشكل فالرئة اليمنى المرحض وتتألف من ثلاثة فصوص، فيما تتألف اليسرى من قسمين فقط.



التنفس

الرئتان مُحاطتان بأضلاع القفس الصدري الذي يفضله عن التجويف البطني حاجز عضلي سطحي هو الحجاب الحاجز. فعندما تنفس، تتغير أوضاع الحجاب الحاجز حجم التجويف الصدري. يُسقط الهواء إلى الرئتين في الشهيق، ويُسقط خارجاً في الزفير. ويعتمد مقدار الهواء المُتحرك على مجهودك العضلي. فإذا كنت جالساً يهدوء، يتحرك القليل من الهواء مع كل نفس. أما خلال العمل المُجهّد فالتنفس أسرع وأعمق. فالتنفس العميق يُحرك من الهواء ستة أضعاف ما تُحركه جنة وأنت جالس يهدوء.



بتحرك الحجاب الحاجز صعوداً عند الزفير تنخفض الأضلاع لأزواً وينخفض الحجاب الحاجز صعوداً، فيقبل حجم الصدر حول الرئتين ويُزفر الهواء خارجاً. بالضغط الحاصل، يمر الرغاسي.

الغوامك التنفسية تتحرك فلكاً وإغلاقاً في تزيان الهواء عبر شبكة الأنابيب القصبية.



خدجدة الأسفل (أولغ الميبيجر)

شبكة الأنابيب القصبية

تنشُر الحشرات عبر شبكة من الأنابيب العناني بالهواء، تُسمى الأنابيب القصبية، تمتد إلى أعالي جسم الحشرة وتفرغ ببطء وتلحق إلى العضلات وتختلف الأنسجة الأخرى وتشكل هذه الأنابيب أحياناً بأكياس هوائية تُعزّ أشكاتها كالكزات. وتُحل في الأنابيب القصبية مُنشّر قوي عَزّ غلاف جسم الحشرة يدعى القشرة التنفسية.



تُقلّل الدابت التنفس الأكسجين إلى خلايا الحشرة مباشرة.

التنفس الحشوي

بحري الماء لُذا من الأكسجين قداماً فيه، تستطيع الأسماك تلقيه بواسطة خياشيمها تتألف الخيشوم من سلسلة بدلات مبطنة رقيقة الصدران غليّة بالأوعية الدموية يُعزّز تبادل الغازات. تفت الشكّة الماء عبر قنابها يُعزّز عبر فتحات خياشيمها حيث يجري امتصاص الأكسجين الشائب ولقط ثاني أكسيد الكربون.



قناب والهواء في السطح الرغوي شفافاً يملك هذا ينشُر أفتال الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بينهما.



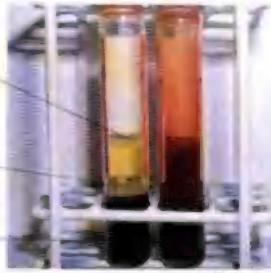
لوحدة خياشيم السمكة خلف الراس خياشيم.

تتألف الخياشيم من أغراس مُتعددة ذات شواكٍ ريشية هي الخيوط الحشوية.

مزيد من المعلومات انظر
إحداثيات العترة وشماه ص ٧٢
التنفس الخلوي ص ٣٤٦
الدم ص ٣٤٨
الدورة الدموية ص ٣٤٩
البيئة الباطنية (في الأحياء) ص ٣٥٠

الدَّم

في معظم الناس
تؤلف البلازما
أكثر من نصف
حجم الدم.
لحظة رقيقة من
خثرات الدم البنية
والطبقات
خثرات الدم الغنية
تكتسب قواماً



تركيب الدم

إذا قُوتت عينة من الدم في الأنبوب اختبار بسرعة كبيرة، تستقر الخثرات في قاع الأنبوب، ويملأها سائل صفراوي يسمى السُّمُورَة أو البلازما. تتألف البلازما من ٩٠ بالمئة ماء، والباقي أملاح وحرارة غذائية - إضافة إلى بروتينات كالسيربين (مُؤَلِّد للبروتين) الذي يُخَثِّر الدم. وتؤلف الخثرات أغلب من نصف حجم الدم بقليل. وتبقى علة خثرات الدم الخثر علة البيض بنسبة ٥٠٠ إلى ١.

يُخَثِّر الخثرات الدم البنية
شكلها يمتد تنسجاً على
شعيرات الأوعية الدموية
لتأجيل المباحات المُضرة.

شريحة

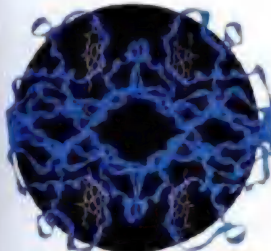
البلازما (السُّمُورَة)



خثرات دم خضراء

البَحْمُور (الهيموغلوبين)

البَحْمُور جُذْءٌ يَكْتَسِبُ خَثَرَاتُ الدَّم الخضر
حُمُورًا، وهو يحوي الحديد، ويخثِّر
بُذْرُهُ على تشكيل روابط مؤقتة مع
خَثَرَاتِ الغازات. فالبحمور يَحْمِلُ
بالأكسجين عندما تُنْزَلُ خَثَرَاتُ الدَّم الخضر
إلى الرئتين، وينقل عنه في أقسام الجسم
الأخرى. ليحصل بعض ثاني أكسيد
الكربون فيطلقه عندما يعود إلى الرئتين،
وَمَعْدًا مَوَاتِك.



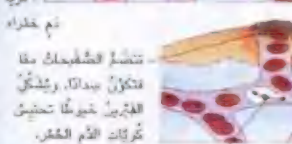
شعيرة خضراء حاشوية تُخَيَّرُ مُرْتَبَةً من
البَحْمُور. الأجزاء المُتَرَتِّبة هي المجموعات
حاشوية الحديد التي ترتبط مع الأكسجين.

تَخَثُّر (أو تَجَلُّط) الدَّم

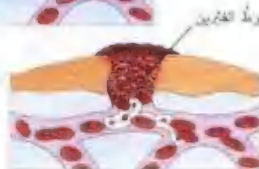
إذا جرحك، لأن ذلك يُخَثِّر في مكان الجرح ويوقف النزف. فطبقات الدم القريبة من الجرح تُخَثِّر فقط وتلاصق معاً لتُكَوِّن سدفاً. وخلال ذلك يتحول بروتين الفيبرينوجين (مُؤَلِّد للبروتين) إلى فيبرين (نبتين) مُشَكَّلًا سَكَاً حَبِيْبَةً كَثِيْفَةً تُتَخَصَّصُ خَثَرَاتُ الدَّم الخضر في جُلُوعِ الخثرات.



الجِلْدُ المجرع يُعَالَى
مَوَاتٌ في الدَّم تُجْعَلُ
الطبقات سَدفاً.



خثرات دم بيضاء
خثرات دم خضراء



الفبرين وخثرات الدم الخضر تُكَوِّنُ خُطْرَةً تتصلب
إلى قشرة، وتُشَكِّلُ القشرة عندما يُدْمَلُ الجِلْدُ.

الكَرْكَنْدُ الْأَزْرَقُ الدَّم

الفَشْرَيَاتُ، كَالشَّرَاطَاتِ وَالكَرْكَنْدَاتِ، وَبَعْضُ
الرَّخْوَاتِ، كَزُرْدَةُ، لَذَّةُ الْهِيْمُوْغْلُوْبِيْنِ، وَبَعْضُ
أَزْرَقُ يُدْعَى الْهِيْمُوسَيَّانِ، يَكْتَسِبُ الدَّمُ أَوْرَقَهُ.
في الفَشْرَيَاتِ، يَكُونُ الْهِيْمُوسَيَّانِ مُدَاثًا فِي
بَلَازِمَا الدَّمِ بَدَلِ أَنْ يَكُونَ فِي خَثَرَاتِهِ.



الهيموسيلين يحوي نكلًا مثل الحديد
فيجعل الدم أزرق لا أحمر كما هو شائع في
هذا الكركند الشائع (هوماتوس فلجارس).

فَنَات (أو زُرْمَر) الدَّم

يُخَلِّقُ الدَّمُ قَبِيْلًا من شخص إلى آخر. بسبب
بروتينات خاصة تتواجد على سطوح الخثرات
الشعير وفي السُّمُورَة (البلازما). والناس قَوُو
البروتينات نفسها يتشبهون إلى فئة الدم نفسها. وإذا
جرح دم من فئة معينة بدم من فئة أخرى تتلاصق خثرات
الدم الخضر وتبرشت بفعل البروتينات المختلفة.
وهو خطير جدًا، إذا عُدَّ نُقِلَ الدَّم من شخص إلى
آخر يُسَبِّبُ التَّأَلُّدَ (أو من فئة الدم الصحيحة).



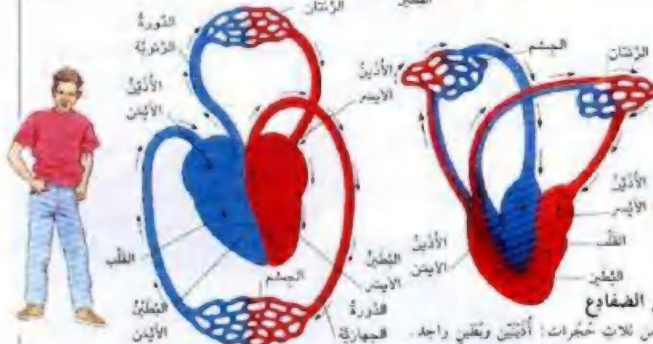
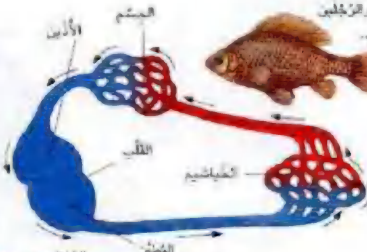
لمزيد من المعلومات انظر
قبل التبرعات ص ٦١
المنشآت ص ٣٢٢
التنفس الخلوي ص ٣٤٦
الدورة الدموية ص ٣٤٩
البيئة الباطنة (في الأحياء) ص ٣٥٠

الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّة

يَحْقُقُ قَلْبُكَ ١٠٠,٠٠٠ مَرَّةً فِي الْيَوْمِ ضَاطِعًا الدَّمَّ عِبْرَ شَبَكَةٍ مِنَ الْأَنْبِيَبِ تَنْقُلُهُ فِي جَوْلَةٍ حَوْلَ الْجِسْمِ. الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ فِي الْإِنْسَانِ مُقْفَلَةٌ - أَيَّ إِنَّ الدَّمَّ يَدُورُ فِي أَزْجَةٍ خَاصَّةٍ مُتَّصِلَةٍ. فَعِنْدَمَا يَضُحُّ الدَّمُّ مِنَ الْقَلْبِ، يَنْدَفِعُ قُدَّامًا بِضَغْطٍ عَالٍ يُكْمِلُكَ تَحْسُّهُ نَبْضًا. وَيَدُورُ الدَّمُّ بِسُرْعَةٍ مُدْهِشَةٍ، إِذْ تُكْمِلُ كُرِّيَّةُ الدَّمِّ دَوْرَهَا مِنَ الْقَلْبِ إِلَى الرِّكْبَةِ، دَهَابًا وَإِيَابًا فِي دَقِيقَةٍ وَاحِدَةٍ فَقَط. أَمَّا الْحَيَوَانَاتُ الْأَبْسَطُ، كَالْفُوقِ مَثَلًا، فَالْجُمْلَةُ الدَّوْرَانِيَّةُ لَهَا مَفْتُوحَةٌ يَسْرِي فِيهَا الدَّمُّ غَالِبًا عِبْرَ فَجَوَاتٍ جَسَدِيَّةٍ مُسَبَّحَةٍ، لَا خِلَالَ أَوْعِيَةٍ ضَيِّقَةٍ. وَالدَّمُّ فِيهَا لَا يَضُحُّ بِضَغْطٍ مُرْتَفِعٍ، فَيَتَحَرَّكُ بِطَعْنٍ وَزُكُودٍ.

الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ فِي الْأَسَاك

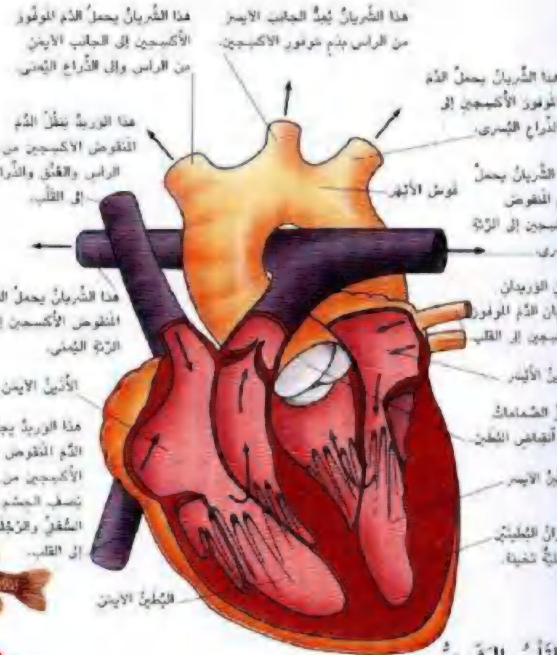
يَتَأَلَّفُ قَلْبُ الشَّبَكَةِ مِنْ شَخَرَتَيْنِ فَقَط، وَيَسْرِي الدَّمُّ فِي خَلْفَةِ أَنْشُوبَةٍ وَاحِدَةٍ. يَسْرِي الدَّمُّ عِبْرَ الْخِيَابِيمِ حَيْثُ يَجْمَعُ الْأَكْسِجِنُ، ثُمَّ يَدُورُ حَوْلَ الْجِسْمِ يُزَوِّدُهُ بِالْأَكْسِجِنِ، وَيَأْخُذُ مِنْهُ ثَانِي أكْسِيدَ الْكَرْبُونِ، فَيَعْبُدُ عَوْدًا إِلَى الْخِيَابِيمِ.



الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ الشَّرِيَّة

تَنْظِمُ الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ فِي الْإِنْسَانِ، كَمَا فِي سَائِرِ الْبُلْبُوبَاتِ وَالْفُوقِ، إِلَى دَوْرَتَيْنِ وَفَوَتْ وَجِهَاتِي. فِي الْأَوَّلَى يَنْتَقِلُ الدَّمُّ مِنَ بَعْضِ الْقَلْبِ الْأَيْسَرِ إِلَى الرِّفْتَيْنِ حَيْثُ يَكْتَسِبُ الْأَكْسِجِنُ وَيَصْبُحُ الْحُمْرُ قَانًا. وَفِي الثَّانِيَةِ يَنْتَقِلُ الدَّمُّ مِنَ بَعْضِ الْقَلْبِ الْأَيْسَرِ إِلَى سَائِرِ أَجْزَاءِ الْجِسْمِ يُزَوِّدُهَا بِالْأَكْسِجِنِ، وَيَأْخُذُ مِنْهَا ثَانِي أكْسِيدَ الْكَرْبُونِ - وَتَعْدُو مَقَامُ الْأَكْسِجِنِ اخْتَرًا قَانًا.

مَزِيدٌ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْخَطَرِ
الْقَلْبُ س ٣٤٧
الدَّمُّ س ٣٤٨
النَّيْبَةُ الْبَاطِلِيَّةُ (فِي الْأَحْيَاءِ) س ٣٥٠



الْقَلْبُ الشَّرِي

الْقَلْبُ بِنَيْبَةٍ مُضَخَّاتَيْنِ تَعْمَلَانِ خَلْبًا إِلَى جَنْبِ، تَتَأَلَّفُ وَاحِدَتُهُمَا مِنْ قَتْنَيْنِ عِظَامَيْنِ هُمَا أَذْيَنَ عُلُوبِيٌّ وَطَلِيٌّ سَلْفِي. فَعِنْدَمَا نَبْضَةُ الْقَلْبِ يَنْقُضُ الْأَذْيَنُ دَافِعًا الدَّمَّ إِلَى الْقَلْبَيْنِ، ثُمَّ فِي لَحْظَةٍ، يَنْقُضُ الْقَلْبَيْنِ بِدَوْرِهِ دَافِعًا الدَّمَّ خَارِجَ الْقَلْبِ إِلَى الشَّرَايِينِ. الْحَاثِبُ الْأَيْسَرُ مِنَ الْقَلْبِ يَضُحُّ الدَّمَّ الْوَارِدَ مِنَ الْجِسْمِ إِلَى الرِّفْتَيْنِ، فِي حِينِ يَنْقُضُ الْحَاثِبُ الْأَيْسَرُ الدَّمَّ الْمَوْفُورَ الْأَكْسِجِنُ مِنَ الرِّفْتَيْنِ وَيَضُحُّهُ إِلَى بَعْثَةِ الْجِسْمِ.



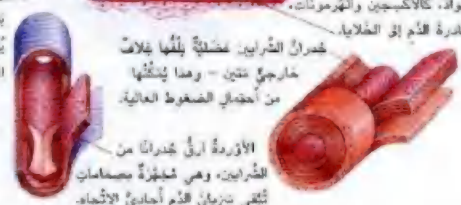
وَلْيَمْ هَارْفِي

الطَّبِيبُ الْعَرَبِيُّ، أَمِنْ الْقَلْبِ (ح. ١٢٠٥-١٢٨٨) كَانَ أَوَّلَ مَنْ وَصَفَ دَوْرَانَ الدَّمِّ بَيْنَ الْقَلْبِ وَالرِّفْتَيْنِ، لَكِنْ عَمَلُهُ لَمْ يُعْرِفْ فِي أَوْرُوبَا. ثُمَّ بَعْدَ قُرَابَةِ أَرْبَعَةِ قُرُونٍ (عَامَ ١٦٦٨) نَشَرَ الطَّبِيبُ الْإِنْكَلِيزِيُّ، وَلْيَمْ هَارْفِي (١٥٧٨-١٦٥٧) وَصْفًا كَامِلًا لِدَوْرَانِ الدَّمِّ حَوْلَ الْجِسْمِ. وَهُوَ لَمْ يَسْتَعْمِلْ رُؤْيَا الْأَوْعِيَةِ الشَّرِيَّةِ، لَكِنَّهُ اسْتَحَقَّ وَجُوبِيَّةً وَجُودَهَا.

الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ فِي الضَّفَاوَعِ

يَتَأَلَّفُ قَلْبُ الضَّفَادِعِ مِنْ ثَلَاثِ خُبْرَاتٍ: أَذْيَتَيْنِ وَطَلِيٍّ وَاحِدٍ. يَسْرِي دَمُ الضَّفَادِعِ فِي دَوْرَتَيْنِ - إِحْدَاهُمَا عِبْرَ الرِّفْتَيْنِ لَا يَكْتَسِبُ الْأَكْسِجِنُ، وَالْأُخْرَى حَوْلَ الْجِسْمِ لِقَابِلِهِ. وَعِنْدَ عَوْدَةِ الدَّمِّ مِنَ جِلَا الدَّوْرَتَيْنِ يَخْتَلِطُ خُرْبًا قَبْلَ إِعَادَةِ ضَخِّهِ.

الشَّعِيرَاتُ هِيَ الْأَوْعِيَةُ الْوَاحِدَةُ الَّتِي، مَرَّةً يَحْدَرَانَهَا تَنْفُخُ لِمَوَدَّ، كَالْأَكْسِجِنِ وَالْهَرْمُونَاتِ، فَتَعْبُدُ الدَّمَّ إِلَى الطَّلَايَا.



الْأَوْعِيَةُ الدَّمَوِيَّةُ

يَحْوِي جِسْمُ الْإِنْسَانِ حَوَالِي ١٠٠,٠٠٠ أَوْعِيَةً دَمَوِيَّةً. تَحْبِلُ الشَّرَايِينُ الدَّمَّ مِنَ الْقَلْبِ إِلَى أَجْزَاءِ الْجِسْمِ، يَتَنَا الْأَوْدَةُ تَعْبُدُهُ إِلَى الْقَلْبِ، وَتَقْبِلُ الشَّرَايِينُ بِالْأَوْدَةِ بِوَاسِطَةِ شَبَكَةٍ كَثِيفَةٍ مِنَ الْأَوْعِيَةِ الشَّرِيَّةِ (الشَّعِيرَاتِ) الْمُخْتَلِفَةِ.

البيئة الباطنية (في الأحياء)

العالم من حولنا دائم التغير؛ فالهواء قد يترد أو يسخن. وقد يهطل المطر أو يكون الطقس ممسماً وجافاً. أمّا في باطن الجسم، فالظروف البيئية تظل في الغالب هي نفسها من يوم لآخر؛ فدرجة الحرارة هي نفسها على الدوام تقريباً، والمزيج الكيميائي الذي تحيا به خلايا الجسم يبقى ثابت التركيز. وهذا لا يعني أنّ الجسم لا يتغير أبداً؛ فهو يجري، طوال الوقت، تعديلات بسيطة في بيئته الباطنية. فالأعصاب والهormونات (المراسيل الكيميائية) تعمل معاً لإبقاء ظروف الجسم الداخلية في وضع الاستقرار. وهذا الاستقرار الداخلي (أو الاستتباب)

هو من خصائص الكائنات الحية العليا.

الإفراغ

الكائنات الحية كلّها بحاجة إلى التخلص من الفضلات؛ ويُعرف هذا بالإفراغ. فحين تُفرغ قنسي أكسيد الكربون والماء عبر الرئتين، وتُفرغ المرقات التروجينية والأملاح والماء في المثانة، وبعض الأملاح والماء في القولون. ونتخلص أيضاً من فضلات الطعام عبر الغالبية للهضم بالبراز. لكن ذلك ليس إفراغاً إيجابياً جهازياً، لأن هذه الأجزاء لا تُغير خلاياها مطلقاً. والإفراغ عملية مهمة جداً لأن الفضلات قد تستنزف الجسم. في الجسم السليم تعمل المثانة العصبية والهormونات على عدم تراكم الفضلات مطلقاً.

الإفراغ في النبات

النباتات أيضاً تحتاج إلى التخلص من الفضلات كما الحيوانات. فثانيه التخليق الضوئي، يُؤلف النباتات فضلة الأكسجين من أوراقها، كما تُخزّن بعض النباتات الفضلات الجامدة في خلاياها. فالخلايا الميتة أعلاه من قشر ثوم قد اخترت بؤرات أكسالات الكالسيوم كناتج فضلة.

دورات الدم البارد

الأسماك والزواحف والأرواح حيوانات خارجية الاحرار (باردة الدم) تعتمد على مصادر خارجية لتسخين أجسامها. وهكذا فإن درجة حرارتها ترتفع ونهبط تبعاً لدرجة حرارة مكان تواجدها. والكثير من هذه الحيوانات يُغيّر درجة حرارتها بتبسيط شرايينها. فتتعرض العظاية مثلاً للشمس في الطقس البارد، وتُخفي في الظل في الطقس الحار.

دورات الدم الحار

الطيور والثدييات حيوانات داخلية الاحرار (حارة الدم) تولّد الحرارة داخلياً من خلال الأيض، فتُحفظ درجة حرارتها ثابتة - وهي عادة أسخن من بيئتها. والحيوانات الداخلية الاحرار تُنقل نشطة حتى في الطقس البارد؛ لكن أجسامها تُنتج كميات كبيرة من البداء (الزفير) لتعويض ذلك.

تنظيم درجة الحرارة

ما لم تكن مريضاً، فإن درجة حرارة جسمك ثابتة على 37°م. وتتولّد الحرارة من انحلال الغذاء خلال التنفس الخلوي. وهي تُفقد باستمرار في الوقت نفسه. فإذا فقد الجسم حرارة أكثر مما يُنتج، يُرسل الدماغ نوا إشارات إلى الجسم لزيادة إنتاج الحرارة كما يُنتج شروب بنفسها بتضييق الأوعية الدموية القريبة من سطح الجلد - مما يجعل شعر البدن يُقفّ قشعريرة. أمّا إذا وُلّد الجسم حرارة أكثر مما يُبغى، فعتدلة يبدأ التعرق.

الشماس غدة حشاش
سخرية غدية الأهمية،
تُنتج مقادير الدماغ
وتُنتج عدداً من الهرمونات وتُنتج عدداً أخرى
تُفرز هرموناتها العاشية. ويُرصد الوطاء،
الحدود للشماس، غدة الغدة الشم بالجملة
الغضبية في الجسم.

الغدة الدرقية تُفرز الهرمونات. وهو هرمون يُنظم
الدور، وشرعة أنحلال الغذاء لامتصاص الطاقة.

يُنظم التكرار من هرمون
يُحفّض مستويات السكر في
الدم. فالإنسولين يجعل الخلايا تستهلك
مزيداً من الجلوكوز، كما يُحفّز الكبد على
تخزين الجلوكوز من الدم. فيما يجعل هرمون
الجلوكاجون على جعل الكبد يُفد الدم بمزيد
من الجلوكوز.

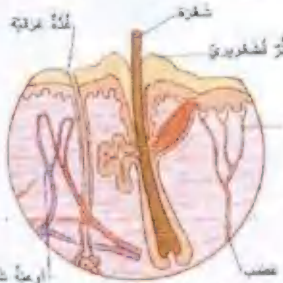
في شلى لجاء الجسم تُنتج شبيكة من الألياف
تدعى الشبكة العنكبونية. تُنتج هذه الشبكة
المُنتزب من الأوعية الشعورية، فإرشاحه لإزالة
الخلايا والبكتيريا القريبة. ويُعدّ القلب
المرشح إلى الدم غير قنات قرب القلب.

الغدة النخامية هي انتفاخك بنخامية في
الجملة العنكبونية حيث تُهاجم كريات الدم
الجيش الجراثيم، وإذا انتسج الجسم
بالبكتيريا أو تعرض للسم، من لشدة أذى
مثلاً، فإن الغدة النخامية تُنتج مادة.

الدم أيضاً لكثير المواد المعية في الشفافة
على استقرار البيئة الباطنية. فهو يجعل
الأكسجين إلى الخلايا، ويأخذ منها
الفضلات، ويُنقل اليكربون المؤذية. كما
يحمل جميع المراسيل الهرمونية من
الخلايا إليها.

القشعريرة (الارتعاش)

إذا برز جسمك كثيراً، يُرسل دماغك إشارات إلى
بعض عضلاتك لتتقلص أو ترتخى. وهذا
الارتعاش يُولّد حرارة تُدفئ الجسم. وفي الوقت
نفسه، تُضيّق الأوعية الدموية القريبة من الجلد،
فتمنع شروب الكثير من حرارة الجسم مُتخزّنة.



قفوف الجلد (قشعريرة)

إحدى علامات الأذى للإحساس بالبرد
هي قفوف الجلد بشوآت تُشعر على
سطحه. وتُظهر هذه التورقات لأن عضلات
دقيقة تُلفّ تُفرّ البدن قشعريرة.



بؤرات أكسالات
الكالسيوم في
الثوم (الثوم)
ساقية.



عظاية تتخلّص
فوق سطحها



عضلة فلة
(تضيق الشعرة)
يُنتج أو الحن
(البروتينات)
ذوبتوكولا) ويض
للتشكيط بهدنة.

مراقبة الجسم

بدانعت مراقبة دائم لنته جسمك الباطنة. فحرة منه يرتب على الدوام تركيز ناي أكسيد الكربون في الدم. فترية سرعة التنفس إذا زاد التركيز كثيرا. كما تفسد أجزاء أخرى من الدماغ بسبة الماء في الدم ودرجة حرارة الجسم، وسواها من الظروف الحيوية.

مع كل رفير، تتجعد وتكثف تلك ثاني أكسيد الكربون ويضاف الله (هذا الحجاز يفسد) الرجاج لو لمرة عليه.

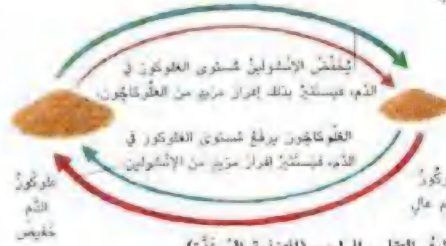
كذلك تعمل كترشح وتكثف كيميائي قوي. تويل خلايا الدم الشعر النالعة وتحتوي جديها. وتضبط الكذا أيضا مستوى الغلوكون في الدم. كما تصنع البروتينات التي تفسد الدم.

تترشح كيتيك الدم فلتشتغل جزءا للمانع وتشتغل بلسان البول من الفضلات وفانفس الماء فيه.

يساعد التعرق على تبريد الجسم. ويحمي العرق أيضا شغل مداف الجلد. مالحا بعد التعرق.

الهرمونات

الهرمونات مواد تحمل رسائل معينة. في الحيوانات تفرز الغدة الطم هرمونات تفسد مباشرة في مجرى الدم لتدور حول الجسم. وعندما يتلغ الهرمون الخلايا المستهدفة يبدأ بتلقي رسائله. فإما يتلغ الجسم أكثر من 50 هرمونا مختلفا. بعضها تفسد مستويات المواد الشبيهة في الدم. وأخرى تحملهم في طريقة نحو الجسم وتطوؤه. وتعمل الهرمونات عادة أروايجا - واحد ذو تأثير مضاد للأخر.



حركات التظيم الراجع (التغذية المرتدة)

الإشواين والغلوكون هرمونان يتكلمان في مستوى الغلوكون في الدم. فالإشواين يفسد مستوى غلوكون الدم. بينما الغلوكون يرفع. هذان الهرمونان يشكلا حقة تنظيم راجع. لأن كلا منهما يؤثر في (ويتأثر ب) ما يفعله الآخر.

الاتصالات الكيميائية

بعض الحيوانات تفسد كيميائيا. تدعى فيرومونات. تواصل بها بعضها مع بعض. فالحشرات الاجتماعية. كالنمل والنمل والأرض. توصل فيروموناتها. بعضها إلى بعض. عبر الهواء أو باللمس. فسلطة النمل مثلا تحكم النملة (حلي النمل) بالفيرومونات التي تفسدها.

الدفاعات

المشتركة

فريات الدم التنفس في حرس الجسم ضد الغزو. منها نوع للمع. كالمشتركة أعلاه تعمر وتلهم.

برتا من الكبريا المملدة. هذه القمصيات تفسد على الدم والجسم وتلهم الحرارة. وفي الدم فريات يفسد آخر لغاوية تصع أجساما مضادا. وفي كيمائيات يوتيبي. تتفصد بالعابيات وتفسد عليها.

مكافحة الأمراض

جسم الإنسان قوتل مثالي للمستعصبات المجهرة. كالبكتريا، لأنه يوقر لها الذف والغذاء. والمحافظة على استقراره الداخلي بتسلط الجسم نظاما المناعيا لمكافحة تلك الجراثيم. والجهازان الذموي والمنفري عظيم الأهمية في هذا الشأن. فكثير من الجراثيم التي تدخل الجسم تعمرها فريات الدم البيضاء وتلغها. وكثير سواها لها جيشا يوتيبيات نظام المناعة المعروفة بالأجسام المضادة وتبيدها. والنظام المناعي يفسد عليه المضادة على هذه الجراثيم فيما لو عادت لهاجمة الجسم ثانية يفسد أسنجاته الذكورية لتركيبها الكيميائية. وتعرف هذا بالمناعة التحصينية.



الهرمونات في النبات

إذا وضعت أصيص نباتات على أشعة النافذة. فإن البادرات تتلغ باتجاه الضوء. ويحدث ذلك لأن الهرمونات المتحركة للمضاد تتلغ على جانب الفص البعد عن الضوء فتفسد الهرمونات النباتية تحكم النمو والتطور. عاليا بعض الهرمونات يفسد نمو الشاة. وهرمونات أخرى تفسد الأوراق لتفسد في الخريف. تقل العدول (البيس بلينير).



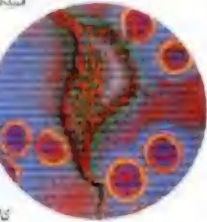
نبات النمل

كلود برنار

كان العالم الفرنسي. كلود برنار (1813-1898)، من أوائل الذين درسوا الفسيولوجية (علم وظائف الأعضاء)، وتعرفوا بتكامل عمل أعضاء الجسم في المحافظة على استقرار بيئته الباطنة. فقد اكتشف أن الغلوكون، الذي هو المضفر الرئيس للطاقة في الجسم، يفسد في الكبد كالكحولين. ثم يفسد عند حاجة الجسم إليه كما درس عسة الفصم، وتأثير العقاقير على وظائف الجسم والخللة العضية.



لزيد من المعلومات أنظر
الجراثيم (البكتريا) ص 313
التنفس الخلوي ص 246
الدم ص 348
النمو ومراحله ص 362
حفاظت ومعلومات ص 422



الهياكل الداعمة

الشرطان الشرسيف ذو زوج تقنيّ يُعطي راسه -
نحوه العينين في الأعلى، والأرجل بأسفله.
ويستطيع الشرطان قفلا لشد



ذئب شعبي

البشر

يتألف جسمه الفلج الأرجل من شعبي
كثيره تتفصل عن بعضها بالأشرف مشدود
للحيوان الكلي والالتفاف. ولا بُد لهذه
المفصلات من الأسلاك
كثير تنمو.

العيش المتقلب

بلغ البشر المعاصرة، بخلاف الحشرات
والقملات، ليست بحاجة إلى الأسلاك.
لأن أسلافها تتكيف مع نماء الجسم.
وتخلص من العسر على المتغيرات المتغيرة فيها حدة. وفي
الحيوانات الزرع العيش بساعة الهياكل الخارجي في عدم تغير
الجسم. أما السمات الشبيهة للهياكل الخارجي فمما كونه يلا
أحياناً. يعاشق على الزرع كما أن من الضروري إظهاره مع
ساعة حاجبه في بعض الحيوانات. وخلال عملية
الأسلاك يتغير الهيكل الخارجي. وتتغير الحيوانات
منه. كاشفاً هيكله الجديد القوي لثمة. وفي
الحيوان حيث أن يتغير في مكان لم يتجسّد
لأعدائه حتى يتكوّن هيكله العظمي ويتقلب.

مفصلة كوكباتية
مفاصل المفك

تتألف المفاصل من نسج مرنة يُقيد الحيوان
تحريك الساق حشمة مختلفة بسهولة.

أرجل الخنفساء مغطاة بمفصلات
الكثيرين المثلثة كثيفة جسمها. وتكفي
العصا التي تخرج من الأرجل داخل
مفصلات القدم التي تليها.

حشمة
مفصل حزن

الهيكل يستند جسده الحيوان، ويؤلف إطار دعم يحميه ويحافظ على
شكله. كما يوفر للعصا مرنكة تشد إليه. معظم الحيوانات المألوفة
ذات هياكل داعمة من مادة صلبة كالعظم أو المحار. وكلما كبر حجم
الحيوان وزنه تزداد حاجته إلى هيكل دعم أقوى وأمتن. والكثير من
الحيوانات الصغيرة لها أيضاً هياكل داعمة، لكنها ليست بالضرورة صلبة
الأجزاء دائماً. فذود الأرض مثلاً، عديمة العظم، وهي تدعم جسمها
بالضغط الداخلي؛ حيث تضغط موانع الجسم على الجلد، كما الهواء
داخل إطار مطاطي. كهيكل هيدروستاتي يُمكنها من الانحناء في
الثرة.

الهياكل الخارجية

الكثير من الأظاريات ذات هيكل سطحي يتألف
من قشرة صلبة تدعم الجسم من الخارج. ففي الحشرات
والمفصلات الأخرى تتكون الهياكل الخارجي من صلب
جاسد مرنة المتفصل فيما بينها. وهذه الصلابة
لا يتغير حجمها بعد التكون. لذا تقترح الحشرة
هيكلا خارجي ثلثاً لثمة، وتتحل هيكلا
آخر. وفي الخنافس يطوي الجناحان
الاماميان، كحجابات معدية فوق
الجناحين الخلفيين الرفيعين ويحجبتهما.

أرجل من
التحريك صلبة
جداً

طبقات الكثيرين
قشرة بعضهما
فوق بعض

الكثيرين

تتألف هياكل الحشرات الخارجية من
مادة قوية تدعى الكثيرين. ممتدة في
طبقات متعاضد أياها المتوازية فتعمل
الهيكل الخارجي شديد المتانة.

لحرف المعارة
المشقوق

شعارة القدم
ذات قبات
اعتر

شعارة
تشبه تلك
الطقات

المحار

الزحافات إجمالاً ذات
هياكل خارجية صلبة
هي محارها. وتتألف
هذه المحار أو
الأصداف من كربونات
الكالسيوم المعدنية. ومع نماء
الحيوان الزحافي، يمتد في إضافة اللبنة إلى لبنة
تحتارته. فتكون تدريجياً وتتراهد للثمة وتصبح لصلبتها الداخلية
وهكذا يستطع الحيوان الزحافي الاحتفاظ بهيكلا خارجي
قوي حياته. دون أن يفرغ كما تفعل الحشرات والقملات.

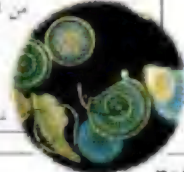
شدة
المحارة

الدعم في النبات وفي المتعضيات الوحيدة الخلية

الخلايا النباتية جميعها مدعمة بالسليلوز. ويحتوي الكثير
من الخلايا الحشوية أيضاً مادة عاسية تدعى الخشيش
(الليجنين). ويفضل هذا الدعم المتين بطل الأشجار
قائمة منتصبة. وتكون الطحالب البثرية الوحيدة
الخلية. من السلطورات (الدياتوميات)، هياكل جميلة
من السيليكا (السعدن الذي يتألف
منه الرمل) وتختلف أشكال
هذه الهياكل من نوع لآخر.



أشجار النخيل



سلطورات (الدياتوميات)

الهيكل الداخلي

الإنسان. كسائر الفقاريات الأخرى، ذو هيكل عظمي يدعم الجسم من الداخل. والهيكل الداخلي في معظمها تتألف من عظم وعُضروف، يوفر العظم المتانة والقوة، بينما يصبح عُضروفه المفاصل الزلاقي العظام بعضها فوق بعض أثناء الحركة. يتألف هيكل الإنسان من ٢٠٦ عظام تتراوح حجمًا بين عظم الفخذ الضخم والعظمتان الدقيقة في الأذن الوسطى. وبجوار الهيكل السطحية في الخشائر وسبواها، فإن هيكل الإنسان يتكوّن داخليًا متساوياً مع نماء الجسم.

المفاصل

المفاصل هي مناطق اتّقاء العظام المختلفة. والمفاصل في معظمها لشع بالحركة، بشكل أو بآخر، فمثل طيّة عُضروفه ملساء لتعطي دوسن العظام، وتزلقها في الحركة سائل زليقي خاص. والمفاصل بكاملها تُحاط بسفطة غشائيّة ليحميها.

المفاصل الزلّية

الزفّ (كما الحركة) مفصل زليقي أحادي الجاه الحركة - يترشح شعورًا وتُحاط فقط، وليس من جانب الآخر.



الشفة الخارجيّة الشفة العظم غرض (عظم اليد)

طيفة داخلية من العظم الإسفلنجي تحوي طبقة اسنور

الشفة الأصغر يشكّلون فؤاد

باطن العظم

العظم ليس خاليًا من الحياة. عدد أنواع من الخلايا. وبعض خلاياه تحيط نفسها بطبقات من الأملاح المعدنية تجعل العظم صلبًا جاسيًا. وتحوي العظام القنوات في داخلها التي حثّ لولّد كريات الدم وتُنتج الدّمون.

أشلاء الأفعى لا تُلف الجانب السفلي من جسمها. هنا يشكّل لجأه اللطيف بالاستطاط عندما تتألم الأفعى وجبة ضخمه.



عظام شفطة الأفعى أكثرها رجو تشاكته بحيث يتغير شكله. غراس عند أشلاء الأفعى حثّوك أكثر من رايها.

القف (الشفة)

القف السفلي الألفوة لوح القيد

عضد فقرات (العمود الفقاري)

المخوص الشففة الزفّ الموشع الشلاشات

عظم العامة عظم الفخذ

الرفشة الطشوب الشفطة

هيكل لا عظام لها

الهيكل الشففة في مراحها الحثية الأولى عُضروفه يكاملها وتغلف عضايرها الهيكل تدريجيًا حتى حوالي سن ٢٥ من العشر. أمّا أسماك القرش والشفة فلا تتطوّر هياكلها المفصولة طيفًا، وليكونها مائة العيش فالعُضروف وحده كافي لدعم أجسامها.

هيكل عديم الأرجل

يكاد هيكل الأفعى يقتصر على شفطه وعسود ففري وأصلاح. ويجري عمودها الففري مئات الفقرات، وعدة صفًا من المفاصل يشكّل كلّ واحد منها بعض الشيء ممّا يجعل الجسم يتجمّع قابلاً للشحوي والتطوي. والأفعى عديمة عظام الأطراف حتى إنّ بعضها قد تكلّ أني لعظام الكتف والمخوص.

لحم الزفّ حيث تتلف العظام تشكّل الحثية تشريمان



المفاصل الثابتة

بعض المفاصل مُزجّة لا يمكنها الحركة، كما في مفاصل عظام الجمجمة التي تحمي الدماغ. هي إما تشكّل تكون عظام الجمجمة متصلة، ثم لتتأخر تدريجيًا الشفط وتتماسك معًا بخلعوط مُتراجّج تدعى شحوط الزفّ. أمّا عظام الجمجمة فتتمسك معًا ليمر من الفؤاد.

المفاصل الحثية الكروية

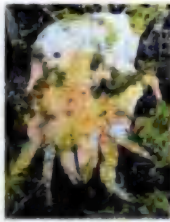
مفصل الكوك والكتف يشكّلان بالحركة في كلّ اتجاه تقريبًا. فكلّ منهما تحوي عظمًا خفيفًا ينتهي بكرة، وعظمًا ثوبًا تلك الكرة وينشد العظمس ممّا أثبت غليظة مينة تدعى الأربعة.



الشفة الحثية الهيكل الففروي الشفط

لمزيد من المعلومات انظر
الشفطات الوحيدة الخلية ص ٣١٤
الشفطات ص ٣٢٢
الشفطات ص ٣٥٥
الحركة ص ٣٥٥

الجلد



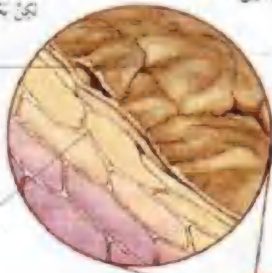
الاعتناء بالجلد

يتحرّج الشّام من ملايين الخلايا التي تتكوّن من سطح جلودهم يوميًا، فتتخلّج مع الغار وتولّد غذاءً لغث الغار التّشريّ الدقيق. هذه الغث غير مؤذية عادة، لكنّ بعض الناس يأتون بلزّتها.

الجلد غطاء مرّن متين يحمي الجسم ويساعد في المحافظة على درجة حرارته ثابتة. ورغم إحساننا بحيويّته، فإنّ سطح الجلد الخارجي موات لا حياة فيه. لكن، بدون هذه الطبقة الميتة كان الجسم، سريعًا، يحترق ويتعرّض لغزو البكتيريا. يُجدّد الجلد سطحه الخارجي باستمرار. ويؤمّم نفسه بسرعة إذا جرح أو خدش. وتتراوّد نخانة الجلد في مواقع الحثّ الزائد كما في أخمص القدمين وراحتي اليدين أحيانًا. جلد الإنسان في معظمه مُغطّى بالشّعر، لكنّ الشّعر في معظم اللّيونات أعزّز وأكثف. والجلد عامل مهم في تبريد الجسم - ففي الطقس الحار يتمدّد الجلد وتمتلئ أوعيته الدّمويّة الشعريّة بالدم فيزداد فقد الحرارة إلى الهواء المحيط. كما إن زيادة التعرّج وتسخّره تُبرّد الجسم بفعالية مَلْمُوسَة. والجلد أكبر أعضاء الجسم، فيساحته الإجمالية في الشخص البالغ تبلغ حوالي مئتين مترين مربعين.

باطن الجلد

يتألّف الجلد من طبقتين هما البشرة والأدمة. فالبشرة هي الطبقة الخارجية، وتتواجد في قاعدتها طبقة مفردة من الخلايا الدائمة الانقسام. وحالات انضغاطها ضغلاً، تموت الخلايا الجديدة مُكوّنة على سطح الجلد طبقة ثانية. أمّا الأدمة وهي الطبقة السفلى فأتجر من البشرة بكثر، وتحوي أليافاً مرنة تُكسب الجلد مقابليّة. كما تحوي أيضاً جزيئات الشّعر والأوعية الدّمويّة ونهايات الأعصاب الحاشّة والدهن، إضافة إلى الغدّة العرقيّة، وهذه الغدّة تخرّج إفرازها الزيتي إلى سطح الجلد غير مُستأَم، فتقيظ ظرياً.



خلايا الشّعر تتألف من ريجيلا لتخلّج سطحها خلايا جديدة من الأسفل وتدوم الخلية قرابة أربعة أسابيع تحقّق الطبقة الميتة حوالي 25 خلية.

الشّعر والأظفار والمخالب والحوالب والريش تتألف جميعها من بروتين الكيراتين

غُدّة زَيْتِيّة (غُدّة)

العنقبة ناصية الشّعر

سُفْر

البشرة

طبقة مفردة من الخلايا الدائمة الانقسام

الأدمة

التجاعيد (العُضُون)

إذا قُرِمت جلّدك تُؤدّ حليّة، فسرعان ما يبرّد مُستعيداً لُحْمَهُ. وهذا عائد إلى أنّ أدمة الجلد تحوي بروتينات تتألف كالمُعطاف. لكن مع تقدّم السنّ يُفقد الجلد مرونته، وتأخذ التجاعيد بالظهور.

يتوسّع الوعاء الشّعريّ عند أحمرار الوجه عنداً خلايا أو القيان تتمايز مُتجهدة

وعاء دمويّ

غُدّة عرقيّة

جزيئات شّعريّة

أعصاب

مقطع عبر الجلد البشريّ

طبقة الخلايا الدّمويّة تشبه في الجفافة على بقعة الجسم.

الحراشف

الحراشف البرانيّة لُغصّ الجلد في مُعظم الأسماك إحصائياً. هذه الحراشف تتكوّن من الأدمة وتتألف من عظم واللبنة أخرى. مُعظم الأسماك العظمية ذات حراشف مُستديرة تتجملها طبقة مُنسّة، بينما حراشف سمك القرش صغيرة مُنمّنة تُكسب جلودها تسخّة مُرْمَلَة كزوي الشّقرة.



تتألف الحراشف البرانيّة بعضها فوق بعض فيتألف جلد السمك من ثوبها ولم يملكه المثلث.

بضامات الأصابع

الجلد على راحتي يديك وأخمصك قدملك لُحْمًا حيوةً دفقة تُكسب الجلد تسخّة الطفل لإسك الأشياء. إنّ سطح هذه اللّيونات فريد مُستدير، بكثر يتوّء. لكنّ لُحْمَهُ يظلّ ثابتاً لا يتغيّر.



لَوْنُ الْجِلْد

بعض الحيوانات تستطيع تغيير لون جلدّها فالتحارّ (التشبيح) مثلاً، يغيّر لونه بتغير حجم قُضبان خاشة في جلده. أمّا البشر فتكتسب جلودهم لونها من خضيب بدعيّ القتامين (أو النملين). يتكوّن لُحْمُ سطح الجلد مُباشرةً. وتحوي جلود بعض الناس خضيب الكاروتين أيضاً في الأدمة. وهكذا فإنّ جلود البشر لا تختلف إلاّ بكميّة الخضيب التي تحتويها.



لمزيد من المعلومات شُفّر

انقالب الحرارة ص 112
الزّخومات ص 324
الأسماك ص 376
الأواص ص 330
القرش ص 332
البطة المائية (في الأحياء) ص 350

العَضَلَات

تَكُونُ العَضَلَاتُ حَوَالِي ثُلُثَيْ وَزْنِ الجِسْمِ، وهي التي تُحَرِّكُهُ، بِاتِّقَابِهَا تَسْتَطِيعُ العَضَلَاتُ الشَّدَّ سَحْبًا لَا دَفْعًا. لِذَا، فَالعَظْمُ العَضَلَاتُ مُنْطَمَّ أَرْوَاحًا أَوْ مَجْمُوعَاتٍ تَسْتَطِيعُ الشَّدَّ فِي أَتَجَاهَاتٍ مُضَادَّةٍ. فِي الْفَافَرِيَّاتِ (ذَوَاتِ الْعَمُودِ الْفَقْرِيّ) ثَلَاثَةُ ضُرُوبٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ العَضَلَاتِ، فَالْإِرَادِيَّةُ (أَوْ الْهَيْكَلِيَّةُ) مِنْهَا مُحْكَمَةٌ عَالِبًا وَتَرْبِطُهَا بِالْعِظَامِ أَوْتَارٌ مُثَبِّتَةٌ، وَهِيَ عِنْدَمَا تَتَقَبَّضُ تُحَرِّكُ جُزْءًا مِنَ الجِسْمِ. هَذِهِ العَضَلَاتُ تَحَسِّنُهَا بِسُهُولَةٍ لِأَنَّهَا إِرَادِيَّةٌ تُحَرِّكُهَا مَتَى شِئْنَا. أَمَّا العَضَلَاتُ الْإِرَادِيَّةُ فَمَلَأَتْهُ تَوَجُّدٌ فِي الْفَنَاءِ الْهَضْبِيَّةِ وَالْأَوْعِيَةِ الدَّمَوِيَّةِ. وَهِيَ مُهَيَّاةٌ فِي عَمَلِيَّةِ التَّمَجُّجِ لِتَحْرِيكِ الطَّعَامِ وَالسَّوائلِ فِي الجِسْمِ. أَمَّا النُّوعُ الثَّلَاثُ فَمُحْكَمَةٌ لِإِرَادِيَّةٍ، وَتُمَثِّلُ بَعْضِيَّةَ الْقَلْبِ فَقَطْ الَّتِي تَعْمَلُ بِلَفَاقَةٍ، انْقِبَاضًا وَانْبِساطًا، بِانْتِظَامٍ دُونَمَا كَلَّلَ.

العَضَلَاتُ الْبَشَرِيَّةُ

يَحْوِي جِسْمُ الْإِنْسَانِ حَوَالِي ٦٦٠ عَضَلَةً إِرَادِيَّةً، يَشْرِي فِيهَا دَمٌ وَاقِعٌ مِنَ الدَّمِ، فَيُوقِرُ لَهَا الْأَكْسِجِينَ وَالْغَلُوكُوزَ وَالْعَضَلَاتُ تَسْتَحْضِرُ بِالْانْقِبَاضِ، قِسْمًا مِنَ الجِسْمِ بِحَوَالِي أَرْبَعَةِ أَصْحَاسٍ طَائِفَةِ الْخَوَارِجَةِ.



تَنْفِذُ الْحَرَكَةِ

حَالَمَا يَهْمُ الشَّدُّ بِالْفَقْرِ، يَبْرُقُ الدِّمَاغُ إِشَارَاتٍ غَيْرَ أَعْصَابِهَا إِلَى عَضَلَاتٍ وَخَلِيَّاتٍ، فَتَقْبِضُ الْآلِيَّاتُ الْعَصْبِيَّةُ نَوْرًا وَتَهْمُ عَمَلِيَّةُ الْفَقْرِ بَعْضُ الْآلِيَّاتِ الْعَصْبِيَّةُ يَتَقَلَّبُ بَيْنَمَا يَشْرِي بِهَا الْآخَرُ حَتَّى وَالْطَّفْعُ سَاكِنٌ لَا يَتَحَرَّكُ. وَهَذَا يَبْقَى الْعَضَلَاتُ مُشَدَّةً (سَوِيَّةُ التَوَلُّدِ) وَتَحْضَرُ الْجِسْمَ ضَحِيحًا نَظْمًا، التَّوَلُّدُ الْعَصْبِيَّ الشَّوْطِي مُهِمٌ جِدًّا فِي أَجْسَادِنَا لِحَرْكِهَا أَيْضًا، وَتَسْتَحْضِرُ بِالْتَمَرِينِ الْمُنْتَظَمِ.



بِنْيَةُ الْعَضَلِ

تَتَأَلَّفُ الْعَضَلَةُ مِنَ الْآلِيَّاتِ الْمُشَدَّةِ تَسْتَطِيعُ فِي حَرْمٍ، كُلُّ لِيْفَةٍ عَضَلِيَّةٍ هِيَ خَلِيَّةٌ وَاحِدَةٌ وَالْخَلَايَا الْعَضَلِيَّةُ غَيْرَ عَادِيَةٍ لِأَنَّهَا تَحْوِي عَدَدًا كَثِيرًا، وَقَدْ تَحَاوَرُ الشَّيْبَانُ شَوْرًا وَتَتَأَلَّفُ الْآلِيَّاتُ (الْخَلَايَا) مِنْ خُيُوطٍ أَضْعَفُ لَدَمِي الْبُشْفَاتِ، تَحْوِي كِيمَارِيَّاتٍ يَتَرَكُّ بِمَعْشَرٍ غَيْرٍ بَعْضُهَا قَسْبُ قَسْبٍ قَسْبٍ الْعَضَلِ



انْقِبَاضُ (أَوْ تَقَلُّصُ) الْعَضَلِ

تَحْوِي اللَّيْفَةُ الْعَضَلِيَّةُ عَنَاقِيدَ مِنْ بَرُوتِينٍ مُخْتَلِفِينَ هُمَا الْأَكْتِينُ وَالتَّيُوسِينُ، وَتَأَلَّفُ كُلُّ مَتْنَمَا مِنْ خُيُوطٍ مُتَفَصِّلَةٍ مُوَسَّعَةٍ فِي عِلَاقَاتٍ مُتَرَاكِبَةٍ. عِنْدَ اسْتِرْخَاءِ اللَّيْفَةِ الْعَضَلِيَّةِ تَتَرَاكَّبُ خُيُوطُ الْأَكْتِينِ وَالتَّيُوسِينِ قَلِيلًا، أَمَّا إِذَا اسْتَحْبَبَتْ اللَّيْفَةُ بِإِثَارَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ مِنْ عَضْبٍ، فَإِنَّ خُيُوطَ التَّيُوسِينِ تَحْبِلُجُ لِحَرْكِ خُيُوطِ الْأَكْتِينِ فَتَزَلُّ عَابِرَةً بِمَعْشَرٍ بَعْضًا، فَتُسْطَرُّ اللَّيْفَةُ الْعَضَلِيَّةُ وَتَقْلُصُ الْعَضَلَةَ.

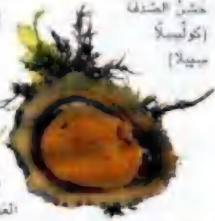
لُويْجِي عُلْفَانِي

عَالِمُ التَّشْرِيحِ
الْإِيطَالِي، لُويْجِي
عُلْفَانِي (١٧٣٧-
١٧٩٨)، اِكْتَشَفَ
عَرَضًا أَنَّ رِجْلِي
يَضْدَعُ مَتَبٍ
تَلْقُصَانِ عِنْدَ
لِعَلْبَتِهِمَا فِي إِطَارِ
حَدِيدِي بِدَانِيْسٍ
لِحَاسِيَّةٍ، فَحَسِبَ عُلْفَانِي أَنَّ
عَضَلَاتِ الضَّدْعِ هِيَ الَّتِي وَلَدَتْ الْكَهْرَبَاءَ الَّتِي
سَبَّيْتُ التَّقْلُصَ، لَقَدْ كَانَ مُجْعًا فِي طَعْمِ أَنْ
الْكَهْرَبَاءُ تَسْبِيَتْ فِي تَحْرِيكِ الْعَضَلَاتِ، لَكِنْ
لَوْ أَنَّ الْكَهْرَبَاءَ، كَانَ نَتِيجَةُ تَفَاعُلِ الْفِلْزَيْنِ مَعًا،
وَنَحْنُ نَعْلَمُ الْآنَ، أَنَّ الْإِشَارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةَ فِي
الْأَعْصَابِ هِيَ الَّتِي تُسَبِّبُ انْقِبَاضَ الْعَضَلَاتِ.



الْمُغَالِ الْعَضَلِ

إِذَا رَفَعْتَ وَرَأْتَ قَلِيلًا، فَشَرَعَانِ مَا تَلَعْتَ دَوَاهَاكَ، لَكِنْ عِنْدَمَا تَقْبِضُ عَضَلَةَ الْقَدَمِ فِي الْعَطْفَانِ الَّتِي يَحْمِلُهَا بِيَا فِي مَوْتِنَا، فَإِنَّهَا تَقْلُصُ دُونَمَا حَاجَةً إِلَى غَرِيْبٍ مِنَ الْعَاقَةِ لِنَقْلُ لِمُطْلَمَّةً، دُعْمُهَا لَهَا تَحْتَاجُ طَاقَةً لِيَكُنْ الْإِنْقِبَاضُ، وَهَذَا ضَرْبٌ خَاصٌّ مِنَ الْعَضَلَاتِ الْإِرَادِيَّةِ يُسَمَّى الْعَضَلُ الْقَاطِبَةُ.



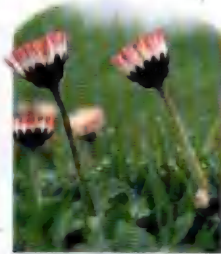
مَزِيدٌ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ
الْخَلَايَا وَالْإِنْفِصَالَاتِ ص ١٥٠
الرَّغْوِيَّاتِ ص ٣٢٤
الرَّغْوِيَّاتِ ص ٣٢٨
الْخَلَايَا ص ٣٢٨
الْقُدْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ ص ٣٤٩
الْحَرَكَةُ ص ٣٥٦
الْأَعْصَابُ ص ٣٦٠

الحركة

الحركة من خصائص الحياة - حتى وأنت تجلس ساكنًا دون حركة، فإن الحركة مستمرة في أجزاء من جسمك. فالقلب يحفّض لضخ الدم حول الجسم، والطعام يُحرّك عبر جهازك الهضمي. هذا النوع من الحركة لا إرادي يتم دون تدبير منك. والإنسان، كما سائر الحيوانات الأخرى، يستخلف الحركات الإرادية لتحريك جزء من جسمه، أو لالتفاف بكامل جسمه من مكان إلى آخر. وتعتبر طريقة تنقل الحيوان على شكل جسمه وحجمه ونوع بيئته. نسيانًا، الحيوانات الصغيرة أسرع تحرّكًا من الحيوانات الكبيرة لأنها تولّد قدرة أكثر بالنسبة إلى وزنها. فلو كان الضرصور بقدر الإنسان، فإن سرعته بالنسبة للمقياسية ذاتها، تبلغ ١٤٠ كم/سا.

الحركة في النبات

بعض النباتات، كالأعوان، تفتح أزهارها مع شروق الشمس وتغلقها عند الغروب. وتحدث حركة التّوم بفعل تغيّرات الضغط داخل خلايا النبات. والنباتات الأوراق البائية، كما في البرسيم وبناتيت أخرى من فصيلة البسلي، هو منطهر شائع آخر من مظاهر حركة التّوم.



الأعوان (بنيس برنيس) تفتح أزهاره عند غروب الشمس.

أثر تسار القوقع

القواقع والزواحف ذات قدم أحاديّة ماضية بحركتها المشي. القدم الحسية تتأخّر لمؤجبة فيزحف الحيوان قدامًا. ويحرك القوقع شحنته غروبًا يمتد من الشك بالسطح الخلفي والتحرك فوقها.



قوقع البساتين (هاليسك اندرسن).

القدرة المرورية

يستطيع الرغوف الفز إلى علو يقوى بقله ١٠٠ متر، بفعل لبات من الزواحف. ويرتفع لمطاطي يحدون المطاط في الفواصل بين رجليه وجسمه. قبل كل قفزة، لمترن طاقه المصص العضلات في هذه النباتات، لتطوّل إلى عندما يقفز الرغوف، تافعه رجليه إلى الخلف لمعة، وغادف إلى في الهواء.



القدرة حركة واجبة ببقية نسيانًا لما الشدة حركة بالقدرة سريعة جدًا لتلف المثلث، ونجم الغيت.

تعاير الوجه

التعاير الوجهية، كالتحول أو الانقسام، هي حركات دقيقة إرادية يشارك بها أكثر من ٣٠ عضلة مختلفة. وزعم لها إرادية. هذا الترم بها غلات دون التفكير.



التشنج

لحم تلتع لقم الطعام إرادية بتقليص عضلات في مؤخرة الفم. أما حركتها في السري. وسائر فاء الهضم، فحري لإرادية بالتشنج. ويتم ذلك بالتباس العضلات دورية بقله مخبرات القناة الهضمية على امتدادها وتمزجها بالمغذيات الهضمية.



تلقبش العضلات دورية فتشطر المري وتنفذ الطعام قدامًا. قلة من الطعام.

يلتصق التشنج عضليًا عندما ترفلش المعدة الطعام فيمشل القوة.

السير على أرجل

توات الأرجل من الحيوانات تحرك أرجلها بنسي متع. فالإنسان تحرك رجليه بالتناوب. وسير الفهد بالحريك الأرجل الأمامية اليمنى مع الأرجل الخلفية اليسرى. ثم الأمامية اليسرى مع الخلفية اليمنى على التوالي. لكنه في العدو السريع يحرك رجليه الأماميتين معًا ثم الخلفيتين معًا.



يتراجع ذيل الفهد مشغولًا ولمرورًا لموازاة حركة أرجله.



تسدّ لأرجل الفهد بكامل حالي تكاد تكون أفقية، ويقلّض قنوده العنقري سفلية فيهيكّل الفهد ذو مؤونة غير عادلة.



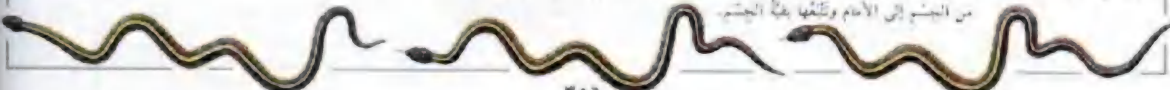
الفهد (البيوتيكس جوناثون) أسرع الحيوانات البرية. لقد تلتع سرعته حوالي ١١٠ كم/سا بطرات سريعة طولة (حوال ٧ أمتار).

التحرك بدون أرجل

تتحرك الحيات بطريقتين مختلفتين. في الطريقة الأكثر شيوعًا، تتحرك الحية بحركة ثنائية، وتشدّ الحوا على الأرض لتشدّ الأمامي قدامًا. في الأمامية الخلفية، لتلك الأمامي فيها في الأرض. رشد جسمها إلى الأمام، ثم تشدّ الذيل بحركة موجية طويلة (أكوربيوت). ثم الحيات القيلة فترتح في خط مستقيم، برقع وخلص حراشيت بطورها. وتتحرك بعض الحيات (الزلية الموطن بخاص) بحركة تلو جابن، فتتلف لبات من الجسم إلى الأمام وتلتفها بقية الجسم.

العدو البري يتلفر إلى أعز. لتطوّل رجلا الفهد الشفليان أمامًا قدر الاستطاعة، وتكونان جابزين للقدرة التالية.

تتحرك هذه الحية بين الشفلة الشفراوية التخطط (مطوس برتاليس) بتسلق أعموان.



الطيّران والسّباحة

الطيّران والسّباحة وسيلتا الحركة غيّز ماغيّن مختلفين نوعاً،
تطير الحيوانات أو تسبح يذبح الماء إلى الخلف، فتندفع هي
بقوّة ردّ الفعل في الاتجاه المعاكس - إلى الأمام. إن كثافة
الجسم في معظم الحيوانات السّباحة مساو تقريباً لكثافة الماء
حولها فلا ترتفع ولا تغوص. أمّا في الحيوانات الطّيّارة فالجسم
أخفّ من الهواء بكثير؛ فلا بُدّ لها من استخدام أجنحتها في
تحليقها كما في تحريكها.



١. الصّباحان
جاذبان للبشر
سفلاً بواسطة عضلات
قويّة في صدر الطائر.



الطّيّران السّبح

الطيّران الانسيابي

تأخذ الطائر، مُستظاً، أشبه بسطح أسياب زافع، يلقى دفعا من أسفل إلى
أعلى عندما يسري الهواء من فوقه. أثناء طيرانه الانسيابي، تتدفّق الجاذبيّة
الطائر سفلاً، والرّفع يدفعه شحداً، تعتمد الطيور إلى الطيّران الانسيابي
لفتح مسافات طويلة بجهد قليل، بخاشة في الهواء الدافئ الصّباح.

التوجيه أثناء الطّيّران

تتم من الحركات الطّوّارة لها زوجان من الأجنحة. أمّا العنبر (الزّوج الثّاني)
وقد ماتت المارت فلها زوج واحد فقط. وقد تطوّر
الصّباحان الخلفيان إلى عُصوين قفيلين وتوسّعت
لغرض تدوّن التوازن. فهُما، بتدبّلهما أثناء
الطيران، يبيّنان إشارات عصبية تُفرّ
المسيرة في مسارها الشّعب.



٢. توسّعت العنبر
لإسعاد التّوازن
الطّيّار في الصّباح
على توازنها أثناء
الطيران.



٣. جازان
لحظة الهبوط.
يذبح الصّباحان الهواء سفلاً
وإلى الخلف.

الدفع الثّقات

لغرض جسم الطّيّران الكبير (السّباح)
تجويداً مثلاً بالماء عادةً. يستطيع الحمار
تقليص هذا التحريك بسرعة فائقة
وتجسّس الماء خارجاً غير جدّ متغيّر.
وبالتّالي الماء غير هذا التّقلص، يذبح
الحمار في الاتجاه المُضاد. ويُغيّر
الحمار اتّجاهه بغير قوّة مقلّة،
بطريقة الدفع المُضاد هذه تحرك
الأسماك والسّباحات الأخرى.



٤. يذبح دلفين
كثب البصر وحشّة
أثناء الزّحف فيدفع
قن يذبح ردّ الفعل إلى
الأمام.



٥. في لحظة
السّبح، يذبح
الطائر جناحيه
حقى بكاد
للمعاش.



٦. جسم التّمامة مشدّد
يتمكّن الاحتكاك بالهواء
أثناء الطيران.

الطيّران الخفّاق

تُعرف الطائر جناحيه سفلاً
وعلناً ليتقلّب في الهواء،
وبالتّاليه يتردّد الرّفع يسريان
الهواء فوق جناحيه. فيبقى
مرتبكاً، وإذا ترتّب الطائر عن
الرّقعة تتأخّر شحداً سرعته فيتأخّر
الرّفع ويبدأ بالهبوط. تستخدم
الطيور الطيّران الخفّاق
لإطلاق سرعة أو لالتحاد
إنجاب وتجنّب.

السّباحة

تسبح السمكة بدفع الماء برعايتها
أو مكامل جسمها. الأسماك
العضويّة في مُعظمها، ككُلب
البحر، هذه تفتي أجسامها في
السّاحة. أمّا الأسماك العظميّة،
كأسماك الدّهن، أسماك التّربي
السّاحة، فتدفع على بالذّنب والزّعانف
الضّخمة فقط، تستخدم الزّعانف
الأخرى للتّوجيه. بعض الأسماك كالرّنة
والأسماك الرّؤميّة مجموعة عضليّة
خاصّة تستخدمها في السرعات السّاحية.



٧. زعنفة خوصيّة
٨. زعنفة الدّلفين



التّقلّب الهذائي

الهذائيات البشريّة الشّجرة الحروف عديدة
الأشكال والزّعانف. وهي تتقلّب بحلّي هذائيات
شعريّة ومثقلة التّقلّب كالمجاديف. وهي
تستخدم هذه الهذات أيضاً للطفو فائقة على
نظريّة من سطح الماء.



تستخدم الهذائيات
المسطحة التّقلّب الخوف
فدورها للتّقلّب كما تُساعد
الهذات على حبسها في
التقاط الفريسة الجذائبة.



الزّعنات الخفّاق

السّباحة

مزيد من المعلومات الطّيّر

- السرعة من ١١٨
- القوى والحركة من ١٢٠
- الرؤوس من ٣٢٤
- الأسماك من ٣٢٦
- الزواحف من ٣٣٠
- الطيور من ٣٣٢
- الزحف من ٣٤٥
- العضلات من ٣٥٥

الأطلاّت

التّقلّب من التّقلّبات البشريّة الهذائيات الأوجلي
بشخصيّة السّطح السّطح ويطلق قطع الغطاء التي
تحتسها أرجله الرّيشيّة الشّاريّة في الماء. تنضي
الرّيشيّات كامل حياتها في مكان واحد كسائر
الحيوانات الأطلّة، لكنّ رعايتها تتقلّب مساحة أو
مُجرّفة من مكان إلى آخر.



١. يُغمر كثب البصر الشّاريّة العضلات
في جفاني الجسم شادودة فيتقلّب
الجسم من جانب لآخر.

الحِوَّاسُ

الخوامئ هي نوافذنا على العالم من حولنا - فكلُّ ما يَعْرِفُه الشَّخْصُ عن بيئته بأنَّه عن طريق عَيْنَيْهِ (البَصَر) وأُذُنَيْهِ (السَّمْع) وَأَنْفِهِ (السَّم) وَلِسَانِهِ (الدُّوق) وَجُلْدِهِ (الْبَلْس) - إضافةً إلى جِسْمِهِ الداخليّ الأحْشائيّ الذي يُشْعِرُهُ بِالْحَوَسِّ أو العَطشِ أو المَعْصِ مثلاً. فأعضاءُ الجِسْمِ على اختلافِها، تُرْسِلُ دَقَقاً من المَعْلوماتِ غَيْرَ الأعصابِ إلى الدِّماغِ، الذي يَتَلَقَّى الإشاراتِ وَيُرَدِّدُ بِالإِستِجابَةِ الشَّاسِيَةِ لَهَا. وتَعْمِدُ الحَيَواناتُ المُخْتَلِفَةُ على حَواسِّ مُخْتَلِفَةٍ بَعْدَ طَرِيقَتَيْ حَيَاتِهَا. فبعضُها، كالقِطَطِ، يَتَمَيَّزُ بِبَصَرٍ ثاقِبٍ وَسَمْعٍ مُرْهَفٍ؛ في حين تَتَمَيَّزُ حَيَواناتُ

وَتَعْرِفُ بَعْضُ الْحَيَوَانَاتِ مُحِيطَهَا
بِاحْسَاسَاتِ الضَّغْطِ وَالتَّحَرُّرِ
وَحَتَّى الْكَهْرَبَاءِ.



يُخَلِّقُ النَّاسُ فِي الْعَادَةِ عَنْ خَوَاسٍ حَسَنَةٍ
وَالرَّاقَةِ أَنَّ الْخَوَاسَ أَكْثَرَ مِنْ ذَلِكَ بكَثِيرٍ
فَاللَّسُّ وَخُذْهُ بِسَلْسِلَةِ خَوَاسٍ - إِذْ إِنَّ
نَهَائِيَتِ الْأَصَابِ الْحَاصَةِ فِي التَّجَلُّدِ حَسَنَةٌ
لِلضَّعْفِ وَالْأَلَمِ وَالْحَرَارَةِ وَالْبُرْدَةِ كَمَا إِنَّكَ
تُحَسِّنُ مَوَاقِعَ فِرَاقِكَ وَخَلِّيكَ وَالْوَصَايَا -
إِصَابَةً إِلَى جَنْبِ التَّوَكُّلِ الَّذِي يُكَيِّفُ مُصِيبًا -



الإِخْصَاسُ بِالْحَرَكَةِ وَالضُّفْطِ

كثيراً من أعضاء الجسم قادرٌ على اكتشاف الحركة والضغط - لنا أو ضربة أو فُتْدِيَاتٍ قِشْمِيَّةٍ العنكبوت في منطقتيه حساساتٍ للبشر، وبه أيضاً خلايا حساسةٌ للفتديات في الأرض، فتنبهه يُقَوِّضُ مُتَعَدِّدًا من طريق حيوانٍ فان. والضوء بشكلٍ آخر من أشكال الضغط بحساسة الحشرات على أذن.



الإحسان بالضيء

عِنا الخُذْب مُقْلَعَتَا التَّوَكِيهِ
تَأَلَّفَتْ وَاحِدَتُهُمَا مِنْ عِشَابٍ
تُعَلِّمُ سَلَامَةَ الدَّمَسَاتِ فَتُنْبِئُ
ضُورًا دَقِيقًا فَيَسْجُلَانِ السُّطَّ
يُوجِدُهَا الْحَدَّثُ لِيَرَى الْعَالَمُ
مِنْ حَوْلِهِ أَنَّ عَيْنَ الْإِنْسَانِ
تَحْمِلَانِ بِطَرِيقَةٍ مُخَالِفَةٍ
تَكُلُّ لَيْسَ تَحْوِي عَمْدَةً
وَاحِدَةً تُفَرِّقُ الْخُطُوبَ عَلَى
بِتَابَةٍ مُتَوَلِّجَةٍ مِنَ الْعَصَا
الْعِصَامَةِ لِلضُّوْءِ (تَدْعَى الشَّيْئَةَ)
تَكُونُ ضُورًا وَاحِدَةً فَقَطْ

قد متواخذاً طليفاً
ألقى الخنثب على جاني التضرع أو
عن الجسم السفلي من الرجلين.

الإحساس بالصوت

أذن الجنب تأثت من غلبته مسطحة
على الغطاء القشري، وخلفها جحرته يملأها
الهواء. عندها تذبذب الأوج الصوتية القليلة،
تحتسب الخلايا المتصلة بها تلك التذبذبات
توصل إشارات بها إلى الدماغ. أما الجسور
الصغيرة كالذياب الصغيرة والنموس، فستطيع
لطف الصوت يترى الاستشعار لديها.

القنوات الممتدة الدائرية في
الإنسان تحفظ توازنه.

خلايا حشائش حول الفواصل بين
صفائح الجسم

مِجَنَاتُ الْجَنَى الْجَسَدِيَّةِ

تَرْيِظُ الصَّغَانِطِ الطَّلِيَّ حَوْلَ جِسْمِ
الْخُذْبِ بِمَقَاصِلِ مَرَبَةٍ وَكُلِّ مَقْصِلٍ مَرْمُوزَةٌ
بَعْلَانَا خَاشِعٌ عَلَى فَلَاحِ جَانِبِهِ، وَهِيَ إِذَا مُنْطَمِتَةٌ
أَوْ مُنْتَظَلَّةٌ، تَمَّا لَوْضِيعِ الْمَقْصِلِ. هَذِهِ الْخَلَايَا
قُرْبَلُ إِشَارَاتِهِ إِلَى الدَّمَاعِ، وَتَحْتَسِبُ الْخُذْبُ
بِوَسْطِهَا وَخَمِيَّةُ جِسْمِهِ. وَلِئْسَ الْخُذْبُ أَضْأُ
كُلِّهِ الْهِمَازَاتِ نَحْبَهَا، وَلِأَيَّ أُخْرَى نَحْبُهَا
فُلُّ الْحَادِيَةِ سَتِيرُهَا إِلَى الْأَنْجَاءِ إِلَى نَوْفٍ



أذن الإنسان

الأذن الخارجية في الإنسان
تؤلفه الأصابع الضوئية إلى
التيبة فتجعلها تذبذب.
تفعل العنقيات الثلاث
لدقيقة في الأذن الوسطى
لتدبذبه في النفوقية التي
حوي سائلا وخلايا ذات
ابت حاشة. تستعمل
عن السائل متحركة
نتيجة الخلايا العصبية
الدماغ. والدماغ يحيلها

الأدب الداخلي

الدَّوقُ والسَّم

تستخدم الحيوانات حاستي الدَّوقِ والسَّم لِتَحْفَظَ الكِيمَاوِيَّاتِ. فعندما تدقُّ شيئًا تتأثَّرُ مخبِروعاتُ من الخلايا المُهَدِّبَةُ على اللِّسَانِ، تُدعى خَلِيَّاتُ الدَّوقِ، بِالْكِيمَاوِيَّاتِ الشَّاذَّةِ فِي الْمَاءِ أَوِ اللَّعَابِ وَتُرْجِلُ إشاراتٍ عصبيةٍ بها إلى الدِّمَاغِ. وكذلك حين تَسْمُ تتأثَّرُ خلايا في أعلى الأُذُنِ بِالْكِيمَاوِيَّاتِ الشَّاذَّةِ فِي بِلَاقَةِ الْأُفَى الرَّطْبَةِ. خَلِيَّاتُ الدَّوقِ حَسَّاسَةٌ لِمُتَعَوِّمِ السَّمَلِ وَالْعَرِّ وَالْحَامِضِ وَالْمَالِحِ قَطْ. أمَّا التَّكْهَاتُ وَالشَّذَاقَاتُ السَّعْدُودَةُ الْآخَرَى فَبِهِ تَرْجِيحٍ مِنْ هَذِهِ الْمُلَاقَاتِ الْأَرْبَعَةِ. حَاسِنَا الدَّوقِ وَالسَّمِ مُرَابِطَتَانِ تَتَعَمَّقَانِ بَعْضُهُمَا، لِذَا يَتَعَدَّرُ عَلَى الْمَرْكُومِ تَسِيرُ لَكِهَاتِ الْأَطْعَمَةِ الْمُتَقَارَةِ.



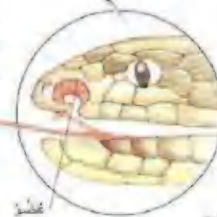
أَفْسُ (فَيْتْرِ بِيْرِس)

عُضْوُ جَاكُونِيُون

تَتَحَسَّسُ الْحَيَاةُ الْأَرْبَعَةُ الْمُخْتَلِفَةُ فِي تَلَوُّزٍ فِي سَلْبِ الْقَمِ تُدعى عُضْوُ جَاكُونِيُون. لَوْنُهُ الْأَفْسُ يَسَاهِيهِ لِيَلْفِظَ الْكِيمَاوِيَّاتِ مِنَ الْهَوَاءِ. ثُمَّ لِيُفَكِّكَ طَرَفَ لِسَانِهَا الْمُشَوَّشِ فِي عُضْوِ جَاكُونِيُون. السَّمَلِ بِعِلَالَا عَاطِشَةٍ تَتَبَيَّنُ الْكِيمَاوِيَّاتِ الْمُتَلَفِظَةَ مِنَ الْهَوَاءِ.

السَّم

بَعْضُ الْهَيَوَانَاتِ تَسْتَعْمِدُ الرُّوَانِجَ لِتَحَافِظِهَا إِرْسَالًا وَاسْتِجَابًا. فَتَرْكُ الْكَلَابِ، مَثَلًا، رَوَانِجَهَا لِتَحْدِثَ حَاسِنًا عَرِيضَةً أَوْ لِيُشِيرَ الْكَلَابِ الْآخَرَى بِوُجُودِهَا. وَهِيَ تَسْتَعْمِدُ حَاسِنَةَ السَّمِ لِإِسْعَابِ مَشُورَةٍ عَنِ الْعَالَمِ مِنْ حَوْلِهَا.



عُضْوُ جَاكُونِيُون

تَتَرَاوَجُ حَقِيقَةُ خَلِيَّاتِ الدَّوقِ فِي قَمِّ دَقِيقَةٍ عَنِ سَلْبِ اللِّسَانِ.

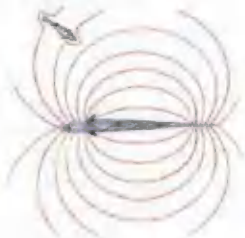


الدَّوق

خَلِيَّاتُ الدَّوقِ السَّخِيفَةُ عَلَى

إِسَانِ الْهَيَوَانِ تَتَحَسَّسُ

الشَّذَاقَاتِ الْمُخْتَلِفَةَ كَالْمُحَرِّقِ وَالْحَامِضِ. وَتَحْكُنُ حَاسِنَةَ الدَّوقِ الْهَيَوَانُ مِنْ قَرِيبٍ مَا إِذَا كَانَ الشَّيْءُ صَالِحًا لِلْأَكْلِ أَمْ لَا، فَيَحْتَاجُ السَّلَامَةَ مِنَ الْأَطْعَمَةِ وَيَتَوَحَّشُ الْخَافُ أَوْ السَّامَ مِنْهَا.



التَّجَالُثُ الْكَهْرِبَائِيَّةُ

الْإِنْسَانُ فِي الْمَاءِ التَّوَحُّلَةُ مُتَعَدِّلٌ لِلْعَاقِبَةِ. تَحْفُضُ الْأَسْمَاكُ مِنْ تَوَحُّ جَسَدِهَا كَوَسَ تِلَوْنِيَكُوسَ، تَسْتَعْمِدُ تَحَالًا كَهْرِبِيًّا، فَوَلَدَهُ حَزَلَهَا عُضَلَاتٌ حَاسِنَةٌ فِيهَا. وَهِيَ مَا أَضْطَرَّتِ النَّجَالُ، تَسْتَطِيعُ التَّسَكُّةَ تُعْرِفُ السَّمَلِ، سَلَحًا وَمَوْقَدًا.

الْحِسُّ فِي النَّبَاتِ

لَيْسَ لِلنَّبَاتَاتِ أَعْضَاءٌ جَسَدِيَّةٌ. لَكِنَّهَا تَسْتَغْنِيهِ الْإِسْتِجَابَةُ لِلْبَيْتَةِ حَوْلِهَا. فَجَمْعُ الشَّيَاطَاتِ خَسَّاسَةٌ لِلضُّوْرِ وَالْحَادِثَةِ، وَبَعْضُهَا يَتَحَسَّسُ أَيْضًا الْأَجْسَامَ السَّاجِرَةَ. قَالَتُ الشَّجَرَةُ (مَيْمُونًا يَوْدِيكَ) مَتَى حَيَّدَ عَلَى هَذِهِ الْإِسْتِجَابَةِ إِذْ شَرَعَانِ مَا تَنْظِيلُ أَوْرَاقِهَا عِنْدَمَا تُشْرَسُ وَهَلْ تُحَسُّ عِلْمُ انْتِبَاهَاتِ الْمُتَعَرِّضَةِ الْأَشْيَاءِ، فَتُسَجِّتُ بِتَحْلِيلِ الثَّيَّةِ بِالْإِلْتِفَافِ حَوْلَ الدَّعَامَةِ الَّتِي تُعْشَاهَا.



عِنْدَ (أَوْ مَعَالِيقُ) الْمَقَارِشَاتِ، كَمَثَلِ الْهَيْسَلِ هَذِهِ، فِي أَوْرَاقِ تَحْوَرَّةٍ خَيَوَانَةٍ لِتَعْلُقَ.

إِبْطِيقُ أَوْرَاقِ الثَّيَّةِ الْمُشْعِلِيَّةِ تَدُلُّهَا مِنْ أَلْ تَوَكُّرِ.



تَقْدِيرُ الْمَسَافَاتِ

الكَثِيرُ مِنَ الْهَيَوَانَاتِ، بِمَا فِيهَا الْإِنْسَانُ، يُقَيِّرُ بِالْعَيْنِ مَدَى بُعْدٍ لَهَا لِقَدْرِ الْمَسَافَاتِ. لِأَنَّ الْعَيْنَ الْأَمَامِيَّةَ التَّوَحُّهُ لِكُؤُنَاتٍ مُتَوَرِّتِي مُخَلِّصِي قَلِيلًا لِلْجَسْمِ ذَاتِهِ. هَذَا الْغَتَبُ الْفَقَّارُ الْعَصِيلُ الْفَدَّ (السُّوْمَانِيَّ قِرْدِيَسَ) لَهُ أَرْبَعَةُ زَوَاجٍ مِنَ الْعُيُونِ الْكَبِيرَةِ، بَعْضُهَا يَتَحَدَّثُ جَانِبًا. لَكِنْ (وَعِظًا مِنْهَا أَمَامُ التَّوَحُّهِ، فَيَتَحَكَّنُ الْغَتَبُ مِنْ تَقْدِيرِ لُغْدِ الْقِرْسَةِ قَلِيلَ الْفَقْرِ لَا تَعْلَمُهَا).

فَوَازِنَا الْإِسْتِعْلَاقِ فِي جَعَلِ الْجَرَاخِ بِشَرَارٍ كَالْمَوْجَةِ.

إِحْتِيَاثُ الْفَرِينِ

إِبَاتُ الْخَشَرَاتِ غَالِيَةً مَا تُعْرِفُ الذُّكُورُ بِتَوَاعُفِهَا بِانْتِعَاطِ كَثَيَاتٍ صَنِيفَةٍ مِنَ الْكِيمَاوِيَّاتِ، تُدعى الْفِيرُومُونَاتِ، لِتَنْبِيْزٍ فِي الْهَوَاءِ. وَلَمَّا قَامَتْ دَقُورُ الشَّرْعِ خَسَّاسَةً لِهَذِهِ الْفِيرُومُونَاتِ، فَوَلَدَ تَتَبَّعُ تَصَافِيرَهَا لِإِجَادِ الْإِنَاثِ وَالتَّزْوُجِ. وَتَحْفُضُ الذُّكُورُ مِنْ جَعْلِ الْجَرَاخِ (مِلُونًا مِلُونًا) فِيرُومُونَاتِ الْإِنَاثِ بِقَرْنِي أَشْتَعَالِيٍّ الْمُتَرَشِّشِ.



مَزِيدُ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْمَطْرُ
إِحْدَاثُ التَّشَوُّبِ وَسَمَاعُهُ ص ١٨٢
الْإِنْسَانُ ص ٢٠٤
الْمُتَعَبِّاتُ ص ٣٢٢
الْأَسْمَاكُ ص ٣٢٢
الْجَانَدُ ص ٣٥٤
الْحَرَكَةُ ص ٣٥٦
الْأَفْعَاصُ ص ٣٦٠
الدِّمَاغُ ص ٣٦١

الأعصاب

حينما نتناول هذه الموسوعة لنقرأ، نحصل أشياء كثيرة بسرعة فائقة. فبدراكم تنهأنا لحمل الكتاب ورفعنا بالقوة المناسبة. وتقبض عضلات ظهرك حتى لا تنفط جسمك إلى الأمام، كما تنكث عضلات عينيك للتركيز على الصفحات أمامك. وكل هذه الترتيبات يتم بفضل الأعصاب. تتألف الأعصاب من حزم طويلة من الخلايا الرفيعة، تدعى العصبونات، تنقل الإشارات الكهربائية بسرعة: فالعصبونات الحشوية تنقل الإشارات من مختلف أجزاء الجسم إلى الدماغ أو إلى الشحاع الشوكي. والعصبونات المحركة تنقل الإشارات من الدماغ أو الشحاع الشوكي إلى العضلات لمجعلها تنقبض. ويربط بين هذين الضربين من الخلايا عصبونات مختلفة رابطة، إرسالا واسنجابة، تبث الرسائل إلى الدماغ وتعيد الدقعات العصبية إلى العصبونات المحركة.

٨. تثير الألم العصبون
الجسم لينتج إشارة.

إذا نادى استيلا
بشبكة أو شيء
ساجي شئني
الإشارات إلى الشحاع
الشوكي، لا إلى
الدماغ. من أجل رد
فكر عائق الشريعة

كيف تعمل الأعصاب

في جهازك العصبي ثلاثة ضروب من العصبونات (الخلايا العصبية): فإذا لمست شيئا مؤلما، ينحسز الألم عصبون جسمي، فيرثي هذا إشارة كهربية إلى عصبون ريثق في الشحاع الشوكي. ويلدوره بعز عصبون الريثق الإشارة إلى واحد أو أكثر من العصبونات المحركة، فتبعده هذه بتك عن مصدر الألم. ويدعى هذا الضرب من رد الفعل الفاعل الشريعة حتمكسا.

الخلطة العصبية في الإنسان

تألف الخلطة العصبية في الإنسان من الجهاز العصبي المركزي (الشحاع الشوكي والدماغ) والأعصاب المحيطية. والدماغ كل ما يقوم به الجسم. بعض الخلطة العصبية إرددي يمكن التحكم به، والباقى يتعمل تلقائيا، بحيث يتنظم عمل الجسم سلسا قوتا تدخلك.



الجهاز العصبي في الدودة

الدودة تمتلك جهازا عصبيا بسيطا يتكون من دماغ صغير في مقدمة الجسم، ومن سلسلة من العقد العصبية في البطن. تتصل هذه العقد ببعضها البعض بواسطة أعصاب.

أعصاب الخشرات

للمخلقة العصبية في الخشرات أبنط منها في الحيوانات العليا. فتألف من دماغ ونجمع من العصبونات. نعرف بالعقدة العصبية، يترابط بعضها مع بعض بواسطة صفوف من الألياف العصبية.

مزيد من المعلومات انظر

البيدات ص ٣٢١
التنقلات ص ٣٢٢
البيئة الباطنية (في الأحياء) ص ٣٥٠
العضلات ص ٣٥٥
الحواس ص ٣٥٨
الدماغ ص ٣٦١



الميلين (الشحاعين)

بعض العصبونات لها غمد دهني يدعى الميلين أو الشحاعين، يزيد من سرعة انتقال الإشارات العصبية فيها. ويتنح شروب إشارات العصبون الكهربائية - كما العازل الكهربائي حول سلك كهربائي. وتخلط الميلين خلايا خاصة تلتصق حول المحاور تسمى خلايا شوان.

الشبكات العصبية

أعصاب الدودة المتشعبة تتشعب في شبكة مترابطة، وتنتج الأعصاب إشارات تجعل جسمها يتلقى مزجا شبكها الشبكية.



الأعصاب المعقدة

قودة الأرض (الخزخزون) مجهزة بعصبونات معقدة خاصة تنقل من الدليل إلى الرأس، وتنقل الإشارات بسرعة تزيد ٥٠ مرة عنها في تلك الأعصاب. فإذا نزل طائر قبل الدودة، تنقل الإشارات بسرعة على طول الأعصاب المعقدة، فتقبض القودة نورا.

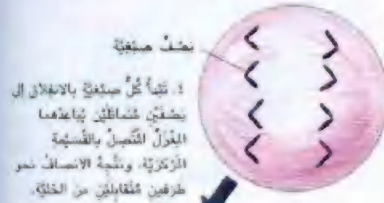


المشابك

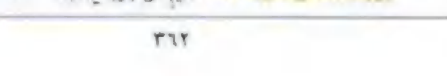
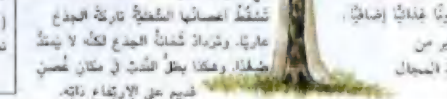
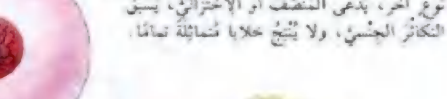
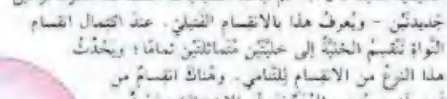
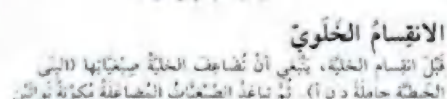
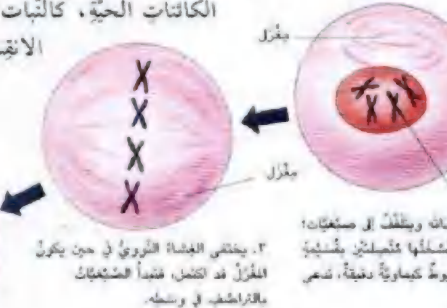
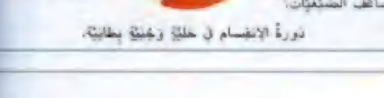
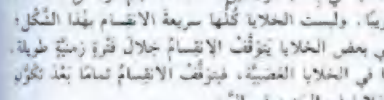
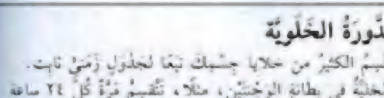
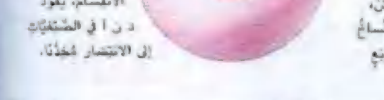
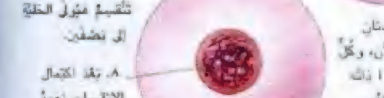
تلتقي العصبونات في نقاط دقيقة تدعى المشابك لتقبل تغيرها الإشارات الكهربائية في أنحاء واحد. بعض العصبونات تمرر الإشارة حال استقبالتها بينما أخر تنظر وتكون عدم من الإشارات قبل ابتعاد دقعة عصبية منها.

النمو والتطور

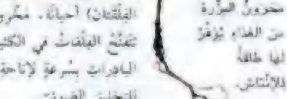
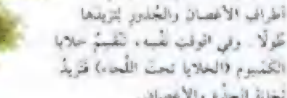
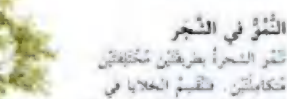
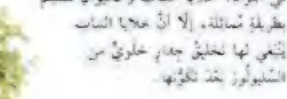
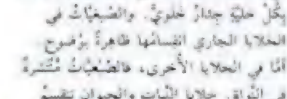
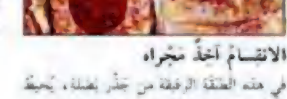
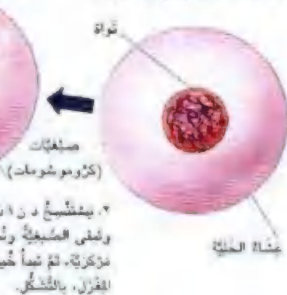
الكائنات الحية في معظمها تنمو وتكبر مع تقدم العمر. ولا يحدث ذلك بتضخم الخلايا، بل بتكاثرها. فعندما تبلغ الخلية حجمًا معينًا، تستنسخ ذاتها لتنتج خليتين جديدتين تشطران بدورها لاحقًا - وهكذا تتراكم الخلايا وينمو الكائن أو الكائنات؛ ويُعرف هذا بالانقسام الخلوي. بعض الكائنات الحية، كالنبات، لا يتوقف عن النمو طوال حياته ببطل هذا الانقسام. لكن في معظم الحيوانات بما فيها الإنسان، تنقسم الخلايا ينمو أكثر متى اتخذ الجسم البالغ شكله النهائي.



١. تبدأ كل خلية بمرحلة الانقسام إلى خلتين شاطئتين يتطاهما الممرل التصلب والقسمة الموزونة، ونسبة الانقسام نمو طرفين متقابلين من الخلية.



١. في معظم الأوقات، خلال الفترات ما بين الانقسامات الخلوية، يتكاثر ما في الخلية من د ن ا (الخاص بالبروتين الرئيسي المنفوس الأكسجين) في النواة، فلا يرى إرفقه البالغة.



الانقسام الخلوي

قبل انقسام الخلية، ينبغي أن تضاعف الخلية ميعاتها (البيوت الحية) حاملًا د ن ا. ثم تبدأ الصليبات المتضاعفة مكونة نواتين جديدتين - ويُعرف هذا بالانقسام الخلوي. عند اكتمال انقسام النواة تنقسم الخلية إلى خليتين متساويتين تمامًا؛ ويحدث هذا النوع من الانقسام لتنامي - وهناك انقسام من نوع آخر، يدعى التمثيل أو الإختزال، يسبق التكاثر الجنسي، ولا ينتج خلايا متساوية تمامًا.

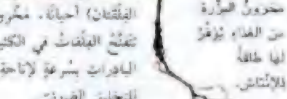


الانقسام أخذ متجرا

في هذه الفترة الرفقة من جذر بضلة، يحيط بكل خلية جدار خلوي. والصليبات في الخلايا الجارية انقسامها ظاهرة بوضوح أما في الخلايا الأخرى، فالصليبات متشعبة في النواة. خلايا النبات والحيوان تنقسم بطريقة متماثلة، إلا أن خلايا النبات ينبغي لها لخلق جدار خلوي من السيلولوز بعد تكاثرها.

النمو في الشجر

تشعر الشجرة بطريقتين مختلفتين متكاملتين. تنقسم الخلايا في أطراف الاغصان والخلود لإزدياد طولها. وفي الوقت نفسه، تنقسم خلايا الكسبيوم (الخلايا تحت اللحاء) فتزيد نحاية الجذع والاعصان.



الدورة الخلوية

تنقسم الكثير من خلايا جسمك تبعًا لدولتي زمني ثابت. فالخلية في بطانة الرئتين، مثلاً، تنقسم مرة كل ٢٤ ساعة تقريبًا. وليست الخلايا كلها سريعة الانقسام بهذا الشكل؛ ففي بعض الخلايا يتوقف الانقسام خلال فترة زمنية طويلة، أما في الخلايا العصبية، فيتوقف الانقسام تمامًا بعد تكوين الخلايا في الجنين في الرحم.



النمو والتطور

لا تنقسم خلايا الجسم كلها بالسرعة نفسها. فخلال نموك تزداد سرعة انقسام الكثير من خلايا جسدك. بخلافه في ذراعيك ورجليك. أكثر منها في رأسك. وبسبب ذلك، يمتد شكل وجسم تراكيب جسمك. ويعرف هذا بالنمو. والنمو والتطور كلاهما تحتكما الهرمونات - وهي مراسيل كيميائية ينقلها الدم إلى مختلف أجزاء الجسم. بعض هذه الهرمونات يستثير هبة النمو في جسمك بدءاً من عمر ١٢ إلى ١٣ سنة. لم يوقف تماماً حوالي الم ٢١ من العمر.



النمو التطوري البشري

في السلك الحديث الولادة، الراس كبير جداً والذراعان والرجلان قصيرتان. في عام الثاني، تنمو ذراعنا الطفل ورجلاها قد ستا كثيراً والرجلان الآن تكوين عرق الشهي. في الحادية من العمر تنمو عضلات الذراعين والرجلين قد قوية كثيراً وينمو الطفل الآن المشي أو الترقص. في العاشرة، الأطراف الآن متوالة. وقد تعلم الطفل القيام بالحركات المعقدة المشي كالسكس والقفز القوي. في الثالثة عشرة، التغيرات الجارية كثيرة في الجسم. وهو ينمو بسرعة شديدة لدرجة البلوغ.

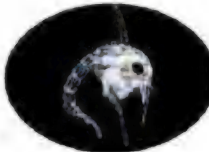
التحول الناقص

يتميز شكل البقعة تدريجياً أثناء النمو. فهي تفت غلبة الاجسام والأعضاء التناسلية. وجلد فراجيل النمو للسلح (أي تقرخ قشرتها). ويمتد جسمها قليلاً بعد كل السلاخ حتى مرحلة البلوغ بعد الانسلاخ الخامس. ويدعى هذا التحول الناقص في شكل الجسم التحول الناقص. والتحول في الصراصير والجنادب والحراو هو من هذا النبل.



بقة لوربي في المراحل الثانية والخامسة والسادسة من التحول الناقص.

الفرغاة الحديثة للشرطان (الشملعون) ذات ذيل طويل ومائي شوكي تقوّس في ظهورها وهي تمشي الماء بالرجلها لتألف على مقربة من السطح.



الفرغاة الشملعونية تتألف من خمسة أجزائك: الرأس، الصدر، البطن، الأرجل، والذيل. وهي تعيش جزءاً من حياتها في الماء والجزء الآخر على اليابسة.



داخل الذراع، نحوي شملت خلايا الحرارة القشرية، وتكون الخلايا الجديدة الفراشة الكاملة. الشروع ذروة بقتل قورق، الما للفرغاة هاجزة قويا أنبوبية وتنمو غذاءها استباحة فقط.

الانطلاق في الجو

يحول الشكل ماء. يفرز السمك الحياتي للحيوان عليه. يمتد لونه داكنة وتحتل طرائق تحركه. الشروع القوي يمتد بأوراق الشبان ويقتضي حتى وقت لاحق فيها. لكنه بعد التحول يغدو قوّة تقضي بالرحيل وتستطيع القوم ان يبعد، يمتد عن نباتات الغذاء حديد نضج عليها يوسها لاحقاً إن كانت أنس.



إنماء الأجزاء المفقودة

إذا جرحت تبدأ خلايا جلدك بالانقسام حتى يتملّح الجرح. هذا النوع من الإنماء يدعى تجديد أو تحدد. أجسامنا تستطيع تجديد الجلد والعظم فقط. لكن بعض الحيوانات تستطيع تجديد أجزاء بكاملها. كالأرجل أو الذيل، إذا ما فقدت.

يستطيع نجم البحر إتمام رجل جديد إذا أمتشت إعدامها.



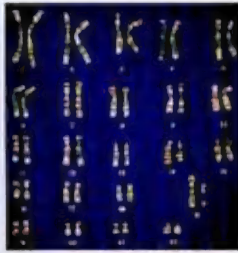
لمزيد من المعلومات انظر

- الحيوانات المفترسة من ٣١٨
- التصنيفات من ٣٢٢
- نظم البحر والحيوانات من ٣٢٥
- الخلايا من ٣٣٨
- البقعة الشاملة (في الأحياء) من ٣٥٠
- الحيوانات (علم الأحياء) من ٣٦٤

التحول الكامل

في التحول الكامل يختلف شكل الضفادع عن البالغين خطرياً. فالشرطان يبدأ حياته كيرقاة يداية دقيقة، تطعم شديدة إماء البحر. وبعد أن يبلوغ فترة الجسم هذه حرايت. يتحول إلى يرقات «شملعون» تستطيع المشي والباحة. وأخيراً تظهر عظمة العنكب (ميجالوبا) وقشرتها وتعدو شرطان صغيراً.

الوراثيات (علم الوراثة)



الصُّبغيات البشريّة

تُبنى هذه الصورة الصُّبغيات الـ ٤٦ فلها الموجودة في خلية بشرية واحدة. لقد خُرت مُعالجة الصُّبغيات بصبغ خاص وزُيِّت أرواحها. (لاحظ صبغين أحمرين في أسفل اليمين من الصورة). لكل نوع من أنواع النباتات والحيوان عدد صبغي مُعيّن - يغطها بحوي الخلية من عشرة صِبغيات ينشأ بحوي الخلية ما يزيد على الألف. عدد ٢٣ صِبْغوتَ إناث، ٢٤ صِبْغوتَ ذكور.

يُورث لون العيون

الاختلافات الظليّة

هذه الثباتات المُزجّرة قد تُكوّن مُشابهة، لكن كلّ ثبات فيها ذات لون قريب خاص بها، لأنها تُكوّن بالثبات الجيني. وهذا يفسّرها مجموعة من المُتغيرات. قد تكون أفرز لإحدا من سواها، أو لعلها تُستخرج عادة أكثر لإنتاج الببتور. هذه الاختلافات الظليّة تُعدّ جداً، لأنها تُبنى أن الشيء يتكوّن (تتغير مع الزمن). بعض لغزات الـ ٢٣ الأكثر نجاحاً مُستخرج جيناتها الأكثر شُوعاً مع لعاب الأحيال.

تُربط القواعد (الأزواج)

يُورث الزامور إلى المخلّج البروتينات

يُشكّل جزيء ٢٣ أشكال لولبي مُزدوج قِطبان بكتيميويات تُدعى قواعد، يُكوّن منها أربعة سُروب. إنَّ تشكّل هذه القواعد يُكوّن الزامور الوراثة للخلية.

٢٣ في الصُّبغية تُلفّ حول ذاتها، ويُكوّن أيضاً كيميويات أخرى

٢٣ في الصُّبغية تُلفّ حول ذاتها، ويُكوّن أيضاً كيميويات أخرى

٢٣ في الصُّبغية تُلفّ حول ذاتها، ويُكوّن أيضاً كيميويات أخرى

٢٣ في الصُّبغية تُلفّ حول ذاتها، ويُكوّن أيضاً كيميويات أخرى

٢٣ في الصُّبغية تُلفّ حول ذاتها، ويُكوّن أيضاً كيميويات أخرى

٢٣ في الصُّبغية تُلفّ حول ذاتها، ويُكوّن أيضاً كيميويات أخرى

الصُّبغيات والجينات و ٢٣ أ

نواة الخلية تحوي قطعاً مُتعددة من ٢٣ أ، كل واحد منها يُدعى صِبْغِي أو صِبْغِيّة. والجينة تُلقب بأحد من الصُّبغيات فيه التعليمات الواقيّة لتُصنع بروتين واحد. يتكوّن ٢٣ أ بتوجيه التعليمات إلى الخلية لتُصنع البروتينات المُتعددة المُختلفة التي يكتسبها عقل الخلية. ولتحقيق ذلك، "يُفتح زحام" جزء من لولب ٢٣ أ مؤقتاً، ليُمكن امتساح زاموره. وتُنتقل الشُعبَة إلى خارج النواة حيث تُوجّه الخلية لتُصنع البروتين المُعين، الذي قد يكون أنزيمًا أو مُركبًا جليديًا) مثلاً.

الزحام هيايوتج (الشمس كذا)

رُوزالند فُرانكلين

ثمّ التقدّم الحاسم في دراسة بنية ٢٣ أ، عام ١٩٥٣، على يد الفيزيائيّ الحيوي البريطاني، فرانسيس كريك (المولود عام ١٩١٦) وعالم الوراثة الأمريكي، جيمس واتسون (المولود عام ١٩٢٨). فقد توصّلا



إلى مُنتج ٢٣ أ ذو بنية لولبيّة مُزدوجة بتدّ دراسة سُرور بالاشعاع السينيّ أكتشفها عالمة البلورات البريطانية رُوزالند فُرانكلين (١٩٢٠-١٩٥٨)، أثناء دراستها لبلورات ٢٣ أ بأشعة إكس، وقد نال كريك وواتسون بالاشتراك مع موريس ويلكنز (المولود عام ١٩١٦) جائزة نوبل للفسيولوجية (أو الطب) عام ١٩٦٢. لكنّ فُرانكلين وإحداها الأجل قبل أن يُقدّر فضلها حقّ قدره.



الجينات والناس

إذا لم تكن نواتماً طبيّاً، فانت قريب في تركيبك من الجينات التي تُحكّم الضفاد الوراثة في جُسمك، والتي لا يُماثلك فيها أحد. أحياناً الجينة الواحدة تُحكّم صفة ظاهرة، كملون العينين مثلاً، لكن الغالب أن لُهم عدد جينات في ذلك. إنَّ الكثير من الصفات الوراثية تُتحدّد شُعباً لأسلوب ونسق الحياة. فمُركّب مثلاً، يُعتمد على نوعه غذائك كما يُعتمد على جيناتك أحياناً.



المُركّب (الشمس) مُركّباً مأخوذة في الحيوانات والنباتات. هذا سيجل أكتفى من الشدايد للفتش.

الانقسام (الانقسام المنصف)

الانقسام نوع خاص من الانقسام الخلوي ينتج أمشاجاً (خلايا جنسية). وفي تقسيم الخلية نمرتين ينتج أربع خلايا جديدة فردانية الصيغيات، أي إن الواحدة منها تحوي نصف كمية د.أ. الموجودة في الخلية الأصلية. كما إن خلاياها جديدة فردية النصف لأن صيغيات الخلية الأصلية تتبادل قطعاً فيما بينها قبل الانقسام مباشرة. وبعيداً للانقسام الفتيلي (الانقسام الخلوي العادي) فإن الانقسام المنصف ينتج خلايا ذات تعليمات وراثية جديدة. وتدعى الصيغيات الناتجة عادة النويضة (أو البويضة)، والصيغيات الذكرية الملقحة.

جريجور مندل

مندل (١٨٦٦-١٨٨٤) راهب نمساوي وعالم نبات اكتشف كيفية انتقال الصفات بالوراثة. فقد أجرى بعض الألف التجارب على نبات البسلي، واختار صفات معينة لتحديد ودراسة النتائج الحاصلة. فوجد أن الوراثة لا تحدث بمزج الصفات معاً، كما كان يُعتقد في حينه، بل إنها تنتقل بالوراثة أزواجاً. ومن كل زوج تكون إحدى الصفات فقط هي السائدة. فقد وضع مندل القوانين الأساسية في الوراثة عام ١٨٦٦، لكنها لم تُنشر في حينه ولم يجد العلماء اكتشافها حتى أوائل القرن العشرين.



كيف تنتقل الصفات بالوراثة

الخلايا في معظمها مُزدوجة الصيغيات - مجموعة من الوالد وأخرى من الوالدة، فهي ثنائية الجينات أيضاً. في العادة، بين الزوج من الجينات، هناك جينة سائدة - تتجسّد تأثير شريكها الصاعدة (المتنحية)، وتتحكم في الشكل المظهر كصفة تحكم زوج من الجينات في ألوان الزهور البسلي. فالجينة السائدة (المرسومة ح) تجعل الأزهار حمراء والجيّة الصاعدة (المرسومة ح) تجعل الأزهار بيضاء - علناً أن تأثيرات الجينة ح تتجسّد، ما لم يتواجد إثنان منها (ح-ح).

عزّ نتجت من السسل تنطق جينة واحدة، تشتمل بلون الزهرة، من كرم من الوالدين. ففي الجيل الأول، هناك جميعاً واحدة شكلية فقط من الجينات هي ح-ح.

في الجيل الثاني، هناك أربع تجميعات مختلفة من الجينات هي ح-ح، ح-ح، ح-ح، ح-ح.

الخلية الذكرية الأصلية مُزدوجة مجموعة الصيغيات

الخلية الأنثوية الأصلية مُزدوجة مجموعة الصيغيات أيضاً

تنقسم الخلية الأنثوية نصفياً فتنتج أربع خلايا جنسية أنثوية (تدعى البويضات) في كلّ منها مجموعة فردانية من الصيغيات القريبة.

تنقسم الخلية الذكرية نصفياً فتنتج أربع خلايا جنسية ذكرية (تدعى الملقحات) في كلّ منها مجموعة فردانية من الصيغيات القريبة.

في الإخصاب، يتحد مشيج ذكرى بنسجيم أنثوي ليشكّل خلية مُلقحة ذات مجموعة مُزدوجة من الصيغيات مُجددة.

الخلية المُلقحة تحوي نسخة جينية (وراثية) مُزدوجة تنقسم انقساماً فتيليّاً لإنتاج مُلقح جديد. وكلّ د.أ. في المُلقح الجديد هو نسخة عن الد.أ. في النويضة والمُلقح.

الخلية الكبيرة فقط يمكن إخصابها

لفقط الرُجُلِيَّة المُزدوجة (ح-ح) أو (ح-ح) في الغالب، فجيّة المُزدوجة المُلقحة صغيفة س. لكنها كثيراً ما تُفقد بوجود صيغتين س. أخرى، كما في الأنثى (ح-ح).

فرداني وضعفاني

الحيّة ذات المجموعة المُزدوجة من الصيغيات تدعى وضعفاني أو مُزدوجة الصيغيات، والخللا الجنسية هي عادة وضعفاني. أما الخلية الجنسية فهي فردانية تحوي مجموعة مُزدوجة من الصيغيات أي نصف هذه الصيغيات في الخلية الجنسية. ويتاح خلايا جنسية ذكرية مع أخرى أنثوية ينتج النسل جيناً وضعفاني يمكنها إنشاء إلى مُلقح جديد.

لفقط الشُكْلِيَّة المُزدوجة (المتنحية بالثلاثي والأصفر) إذاً، لا بد من هذا المُزدوجة لا يمكن إنتاج إلا بواسطة صيغتين س. والإناث فقط تحمل مجموعة س-س.

الجينات والجنس

في الإنسان والقطط وكثير من الحيوانات الأخرى، هناك صيغيات مُختلفة الشكّل يُحدّدان جنس الفرد، فمما جينتين س. (ح-ح) أو (ح-ح). قد يحوي الحيوان صيغتين س. فيكون أنثى، أو قد يحوي صيغتين س. و ص. فيكون ذكرًا. لكل لا يمكن أن يحوي صيغتين ح. لأنّه يتطلّب مائتين صيغتين س. من والدته. وبالإضافة إلى الجنس، فهدان الصيغيات يُحدّدان أيضاً بعض الصفات الأخرى. فهي لفقط مثلاً يرتبط لون الفرو بالجنس، كما يرتبط على الألوان بالجنس في البشر.

أحدى المُلقّحات الأم تحوي جينتين سائدتين (ح-ح)، لها مازهاهما حمراء، والبيضة الأم الأخرى تحوي جينتين صاعيرتين (ح-ح) لها مازهاهما بيضاء. في العادة، يظهر تأثير الجينات السائدة إذا تواجداً مُتتاليين منها.



لمزيد من المعلومات انظر
أبجديات النظر ص ٢٠٩
الخلايا ص ٢٢٨
النسج والفتور ص ٢٢٢
التناسل الجنسي ص ٢٢٧
التناسل البشري ص ٢٢٨

التكاثر اللاجنسي

تبرعم الخمائر

الخمائر فُطرٌ صغيرٌ وحيدة الخلية، تتكاثر لاجنسيًا بالتبرعم من خلاياها. وفي الظروف المواتية تتكاثر عدّة التبرعم من خلية الفطر في ساعتين. أحيانًا تبدأ الخلايا الوليدة بالتفرع قبل انفصالها بالكامل عن الخلايا الأم فتكوّن سلسلة مُترعّمة.



خُرقة (توليب) غارية صغيرة لا تزال ملتصقة بالأمّ المُرعبة الجديدة

تتصلّب في النهاية لتعيش مستقلّة. والقدرة الشبّة قد هي من نوع الهيدرا الشائعة.



توالّد في خطّ إنتاجي

في الربيع والشتاء كثير ما تكوّن نبات الأرقّ لحظّة بعشرات من الصغار - إذ إنّها تتّبع سبيلًا بالتناوب المتناوب (بدون الزواج) والشتاء ما زها تتكاثر سرعة فاعلة. وهذا يعني توالّد فينب من الأرقّ وأخوة وأخوة من الغداء. ومع لقوا من مودة الغداء لاحقًا، تأخذ الشتلات بالتناوب جنيًا.



انقسام البائات

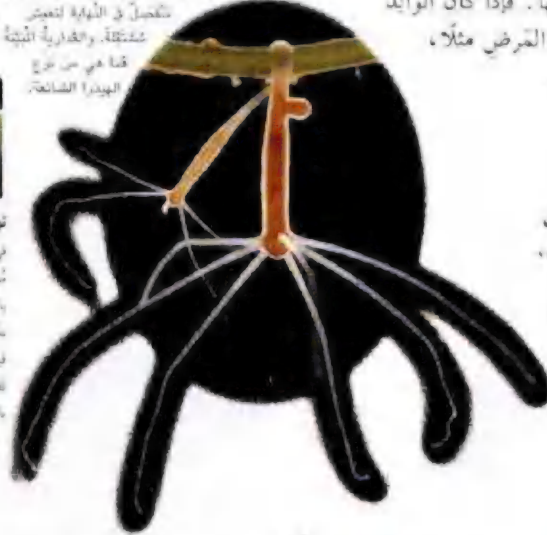
الشمارع عود لا يتّرع عود الفلور (بورا) - على بعد الشمارع إلى تقاسم العصا الجديدة وتفرّعها. وفي مثل هذا التكثير الخفي، تحلّ الشتات الشفط الوارثة نفسها. فلا أصاب أحدها مرضًا. فله نصيب الآخر أيضًا. وانعدام الشروع هذا هو لشبكة أساسية في التكاثر اللاجنسي.

البضلات الجديدة
تحوّل البضلات غذاءً مكرّولاً من أوراق شوحشّ جديدة مُتراشّة فوق قُرص قاعيني. وتُستمرّ الصلة العريضة، تُكوّن سَوَال قاعيتها بضملاط جديدة.



بضلة
تربس
والصلة
وليدة

التكاثر، الجنسي أو اللاجنسي، من خصائص الكائنات الحيّة جميعها. والكائنات الحيّة، على العموم، تتكاثر بطريقتين مختلفتين تمامًا. تُعالج فيما يلي التكاثر اللاجنسي منهما. التكاثر اللاجنسي يتمّ قوديًا (وليس بمشجّين من ذكر وأنثى)، بانفصال جزء بُرعمي أو سُطريّ من الوليد ليصبح فردًا جديدًا. وهكذا، فالتكاثر اللاجنسي بسيط وسريع، لكنّه في ظروف مُعيّنة يتطوي على مُضرة. فالتسلّل في هذه الحال يُقاسم الولد المادّة الوراثيّة نفسها - بحسابها ومساواتها. فإذا كان الولد يسكو من علة، كقِلّة المُناعة ضدّ العرض مثلاً، فإنّ تسلّله لن يخلّو من تلك العلة.



التكاثر اللاجنسي في الحيوانات

التكاثر اللاجنسي واسع الانتشار في النباتات، وناذر في الحيوانات. أنثوي فإنّ يوتفوك، أحد أوائل مُستخدّمي المجهر كان أوّل من شاهد حيوانًا يتكاثر بهذه الطريقة. ففي العام 1701، بينما كان يوتفوك يُراقب حيوانًا دقيقًا من عُذاريات البزك، شاهد كيف إنّ أجزاء منه تتبرعم لتصبح حيوانات جديدة.

التسلل

في الغداء، تتناقل شُقليل النهر جنيًا ماطلاق اليواش على الماء. لكنّه يسقط الكائن أيضًا باقسطاع أجزاء من جسده أو بالانفلاق سُقلًا إلى سُطرين. ويصنّ الواحد لتركّز على هذا الشغف من التكاثر. فتستمرّ فوق الشخيرة، مُكوّلة مجموعة من الحيوانات المُتجذّرة نداءً والشغابة الجيات. ويكلّ هذه المجموعة تُسمّى لساق (ج - شيلة).



الحيوانان الجديدان لم يتكاثرا جنيًا
الولد - شُقليل النهر الأصلي



تسلّل شُقليل النهر قسمة فوريّجًا بينا
يُجمّع الشطران بالشفافين الشطرين.

الانتشار بالأزقة (السوق المُدّاة)

يتكاثر العديد من النباتات بطريقتين مختلفتين في الودع نفسه. فالعز (ثوب الأرض) مثلاً يحمل أزهارًا تتّبع ثورورها بالتكاثر الجنسي. كما إنّها تُسلّ شوقًا أفقيّة لدعيّ الأزقة (ج - ولد) لتكوّن نباتات جديدة والتكاثر اللاجنسي. فكلّ ساقٍ إذا حقه ثلثت عُصايب عُكسة تتحلّل لتزويجًا لتصبح نبات جديد. فإذا تركت ملكة من ثوب الأرض وشأنها. فشرعان ما تُغلفي لشلالا العزير (المرولة) نقطة الأرض بكاملها.



نقطة عُكسة (عز)
الشاق المُدّاة

لزيد من المعلومات الخفّر
المُتعضّات الوحيدة الخلية من ٢١٤
النُور والقُدور من ٣٦٢
خلائق ومعلومات من ٤٢٢

التناسل الجنسي

فنانان فنونان
(توماس هوبس، كريستيانوس)



إختلاف الفرع والتزاوج

لأن التزاوج، تقوم الفطريات المتزاوجة
بشكل من أشكال التزاوج المتزاوجة
لاختلاف الفرع. وهذا النوع من السلوك
يأتي من العديد من الحيوانات، فهو
يساعد كلا الطرفين على التأقلم وضمان
اختيار الفرع الشبيه، قبل التزاوج.

فراخ بين أفغاني جمال
كافورنيا الفطريات
(ألفريد هوبس، دونات)



الإخصاب الداخلي

يتم التناسل الجنسي بتلافي الخلايا الجنسية الذكرية والأنثوية وتوحيدها
وتحصل ذلك بالتزاوج في بعض أنواع الحيوانات. يجري الإخصاب
داخلياً في الأفاعي وكثير من الحيوانات البرية الأخرى. فعندما يتزاوج
أصوانان، يتحقّق الذكر نطفته داخل الأنثى حيث يتم إخصاب
البيض داخل جسمها. إنّ الحيوانات ذات الإخصاب الداخلي
تنتج بويضات وطعاماً أقل، لأن إمكانية تلافي هذه الأمشاج أكثر إحتمالاً.

في أزهار الزنبق "النسائية"
الأشدية، وتسمى (التي تسمى قمار
القلع) عالية، والشتى (وبدلتها) نصيرة
خفيفة.



تحقيق الإخصاب

التلقيح

يتمثل الكثير من النباتات كلا الأعضاء الذكرية والأنثوية في أزهارها.
فتمتلكها أحياناً إخصاباً نفسياً، لكنها في الغالب مُهاواة ومُعدّة لتحقيق
الإخصاب التلقيحي (أي الإخصاب بخلايا جنسية من كائن آخرى من
النوع نفسه). والإخصاب التلقيحي أكثر نقلاً لأنه يتعلّق بالنقل أكثر
تغليظاً، فأزهار الزنبق (تسمى قماروس) ذات طريقتين من الأزهار. لا
تحتلّ البنية الواحدة إلا طرفاً واحداً منهما. والخلايا الجنسية في كلّ
تحتلّ وضعا وضعا وتفاوتاً فتمتلك بنية نقل التلقيح المتشابهة فقط.

في التناسل الجنسي هناك دائماً والبدان ينتج كلّ منهما أمشاجاً (خلايا جنسية) بها
نصف العدد من الصبغيات بالانقسام المنصف. ويصحب العدد كاملاً عندما يتحد
المشيج الذكري (النطفة) بالمشيج الأنثوي (البويضة) لتكوين اللاقحة (الزيجوت) -
في ما يُعرف بالإخصاب. ومن اللاقحة (الخلية المخصبة) يتمّ متعصّ جديد كامل.
التناسل الجنسي أكثر تعقيداً من التكاثر اللاجنسي، لكنّه يتميّز بأفضليّة مهمّة. فالوليد
المشيج جنسياً فريداً في خصائصه يدلّ أن يكون مثيلاً طبقاً لأحد الوالدين. فأفراد هذا
النسل ذوو سمات فريدة من الجينات تحوّل مميزات كاملة جديدة من الصفات
الوراثية. وهذا يعني أنّ بعضاً منها قد يكون أكثر ملاءمة للبيئة
وأفضل تهيّناً لإصراع البقاء.

الإخصاب الخارجي

في بعض الحيوانات، يتمّ اتحاد البويضات
بالطاف خارج جسم الأنثى، لكن لا
يُعدّ من احتياج الطرفين، فأبوا طوكة
الذكر (جاستروبيوس أوبيوليس)
يعدّ غشّاً يحمي في الأرض بويضها.
ثمّ يصبّ الذكر بطفله فيها. إنّ
تعلّم الحيوانات ذات الإخصاب
الخارجي تنتج قشراً من البيض
نفساً أن يتمّ إخصاب بطن وافي منها



الأجيال المتعاقبة

في بعض فترات النبات الحياتيّة هناك جيلان متخلفان
ليدبّ، ففي التعلّاب البنية لايمتازتا، ينتج الجيل
"البالغ" (تسمى البنية البنية) الأنواع بالانقسام
المنصف فتنتج هذه نباتات ذرية وأنترة تولّد الجيل
المشيج الذي ينتج الأمشاج (الخلايا الجنسية). وهذه
الطوائف والبويضات تتلاقى في الماء لإنتاج لاقحة تنمو إلى
نابت بؤبؤ (الجيل البوغي) وهكذا تبدأ الدورة من
جديد، وتتعاكس الأجيال.

لزيد من المعلومات انظر
الأزهارات ص ٣١٦
النباتات الإزهارية ص ٣١٨
الأشجار ص ٣٢١
الزواجر ص ٣٣٠
الطيور ص ٣٣٧
الخلايا ص ٣٣٨
الوراثة (علم الوراثة) ص ٣٤٤
التناسل الجنسي ص ٣٦٨
خلفاء ومعلومات ص ٤٢٢

الخلايا الجنسية

الخلايا الجنسية (الأمشاج أو الأعراس) تحتوي
بنيّة كنيّة المادّة الوراثيّة في الخلايا العاديّة. وهي
مُهاواة خضيفة لتحقيق الاتحاد فيما بينها. في بعض
النباتات والحيوانات الخلايا الجنسية مُتماثلة
الحجم، لكنّ الخلية الجنسية الأنثويّة، في الغالب،
أكبر بكثير من الخلية الذكرية. والخلايا الجنسية
الأنثويّة (البويضات أو البويضات) تستقرّ في موقع
واحد، فيما الخلايا الجنسية الذكرية (الطاف)
تنتج في أجناسها.



الخلايا الجنسية الذكرية والأنثوية
تتميّز في شكل البنية (ولها لاقحة).
في النباتات الزهرية توجد عدّة خلايا
جنسية أنثوية في كيس جنسيّ، أما الخلايا
الذكرية فتوجد في غيوب اللقاح.
في معظم الحيوانات، البويضات
أكبر من النطفة بكثير.

التناسل البشري

أنت، ككل كائن بشري في هذه المعمورة، بدأت حياتك كخلية مُحَصَّية (رُجُوت) تكوَّنت من اتحاد نُطْفَةٍ من بَطَانِ والدك (خلايا الجنس) بِبَيْضَةٍ (بُوضَةٍ) في أُنْبُوبٍ مُتَّصِل بِرَجَمِ أُمِّكَ - يُدْعَى أُنْبُوبُ فَالُوبٍ. ثُمَّ بَدَأَ تَغْيَرُ الْخَلِيَّةُ الْمُحْصِيَّةُ مُبَاشَرَةً، فَأَخَذَتْ تَتَقَسِّمُ قِتِيلًا، ثُمَّ اسْتَعْرَفَتْ فِي بَطَانَةِ الرَّجَمِ - حَيْثُ تَابَعَتْ انْقِسَامَاتِهَا الْخَلَوِيَّةَ وَرَارًا وَتَكَرَّرًا مُغْتَذِيَةً مِنْ دَمٍ وَالذَّتْكَ، بَيْنَمَا جَسْمُكَ يَتَشَكَّلُ بِتَقْدَرِهِ. وَتَعْدُ سَعَةً أَشْهُرٍ مِنَ الْحَمْلِ فِي دَهْنٍ رَجَمِ أُمِّكَ وَظَلَمَتِهِ، أَصْبَحْتَ جَاهِزًا لَأَنْ تُولَدْ.

بعد الولادة يُقَرَّرُ لَدَيَا أُمِّكَ الْكَلْبُ (الحليب) لِتَلْبِئَتِهِ
الْبَيْضَانِ يَخْتَصِمَانِ
الْبَيْضَانِ
وَيُطْلَقَانِ
الْمُزْمُونَاتِ
لِلْمُحْكَمِ فِي تَوْرَةٍ
الْمَرَاةِ التَّنَاسِلِيَّةِ
تَدْوَرُ الْمُزْمُونَاتِ
الْجَنَسِيَّةُ فِي الْأَمِّ
فَتَهَابِرُ جَسْمَ الْمَرَاةِ
لِتَذِيرَ شُؤُونَ الْجَنِينِ
الْقَاسِي.

تَبْدَأُ بِمَهِائَاتِ خَرْطَلَةِ
الْبُطْنِ، تُحْبِثُ
الْمُزْمُونَاتِ الْجَنَسِيَّةِ
تَعَارُفَاتٍ فِي جَسْمِ
الدَّكْرِ. فَيَتَقَبَّلُ نَدْوُ
الأعضاء التناسلية،
ويبدأ شكلُ الوجه
بالظهور.

الشفتان
تُولَدُ الْأُنثَى بِعَدْوٍ
تَحْدُوهُ مِنَ الْفَوَظَاتِ،
لَكِنَّ الرُّجُلَ يَتَّبِعُ نَدْوًا
بِطَاقًا جَمِيدَةً.

الأعضاء التناسلية في الذكر

تَنْتُجُ الْخَلَايا الْجَنَسِيَّةُ
الذَّكْرِيَّةُ، أَوْ النُّطَاقُ فِي الْمُحْبِثَيْنِ
وَجِلَالِ الْجِنَاحِ تَنْتُجُ النُّطَاقُ بِشَاكِلٍ مِنْ
عَدْوِ الْيَرُوسَاتِ تَنْتُجُ فِيهِ، فَيَمْكِنُهَا
الْوُصُولُ إِلَى الْبُوضَةِ دَاخِلَ رَجَمِ الْمَرَاةِ.

بَطَانَةُ رَجَمِ
الْأَمِّ
قَسْبُ خَلَايا الْأَمِّ
تُولَدُ الْمُغْتَذِيَاتِ
بِجَنْ هَذِهِ الْخَلَايا تَنْتُجُ
النُّبِيَّةَ وَالْحَقْلَ الْفَرْجِيَّ
مِنْ هَذِهِ الْخَلَايا
يَتَشَكَّلُ الْجَنِينُ
هَذَا التَّجْوِيدُ أَقْرَبُ بِالْمَلَكَةِ
يُشَبِّحُ تَجْوِيدَ الْبَشَرِ بِقَلْوِهِ
الشَّاةِ (سَائِلُ الشَّاةِ): وَهُوَ
"الْمَلَكَةُ" الَّذِي يَكُونُ فِيهِ الْجَنِينُ.

الانغراس

عِنْدَمَا تَنْتَقِرُ النُّبِيَّةُ الْمُحْصِيَّةُ عَلَى جِدَارِ الرَّجَمِ
تَبْدَأُ بِتَغْيَرَاتٍ بَعْضُ خَلَايا الْأَمِّ، وَتَقْدَرُ بِهَا
بِنَايَةُ وَهِيَ تَالِيَةٌ لِمُحْبِلٍ عَلَى الْأَكْسِجِينِ
وَالْمُغْتَذِيَاتِ مِنْ دَمِ الْأَمِّ عِزَّ عَضْمٍ إِسْتِغْنَى الشَّاةِ
يُدْعَى النُّبِيَّةُ (السُّخْدُ). وَتَبْدَأُ الْمُنِيَّةُ بِالْجَنِينِ
خَلْقٌ طَوِيلٌ يُدْعَى الْحَبْلُ الشَّرْئِي، وَهُوَ بِشَمِّ أَوْعِيَّةٍ
قَدْرَةٍ لِحَمْلٍ إِلَى الْجَنِينِ الْمُغْتَذِيَاتِ وَالْأَكْسِجِينِ
وَتُحْمَلُ مِنَ الْفَضَلَاتِ. وَتَنْتُجُ النُّبِيَّةُ أَيْضًا
لِحُرْمَاتٍ جِلَالِ قَرَّةِ الْحَمْلِ.

لزيادة من المعلومات انظر

الْبُيُوتَاتِ ص ٣٣٤
الرَّيَّاتِ ص ٣٣٦
الْأَشْوَارُ وَالْمُزْمُونَاتُ ص ٣٦٢
الْوَرَاثَاتِ (عِلْمُ الْوَرَاثَةِ) ص ٣٦٤
التَّنَاسُلُ الْجَنَسِيُّ ص ٣٦٧



مُحْبِثٌ
الْمَرَّةُ (عَدْوُ)
الْيَرُوسَاتِ
مُحْبِثٌ
تَبْدَأُ الْبَيْضَةُ الْمُحْصِيَّةُ
الْبَاشَاتَا قِتِيلًا سَرِيعًا
مُحْبِثٌ الْبَيْضَةُ بِتَقْدَرِهِ
سَائِلَةٌ مُشَكَّلَةٌ فِي
أُنْبُوبِ فَالُوبٍ
مُحْبِثٌ الْبَيْضَةُ عِزَّ
الْبُطْنِ وَتَتَكَوَّنُ مِنْ
طَوِيلِ أُنْبُوبِ فَالُوبٍ
كُلُّ حَوَالِ
٢٨ يَوْمًا، تَقْلَقُ الْبَيْضَةُ بِأَنْعَاةٍ
(تَاضِعَةٍ) مِنْ قُلَاعَةِ نَبِيضَةٍ
تَدْعَى الْجَزْبِ.

الرجم

الرَّجَمُ عَضْوٌ يُدْعَى الْجَنِينُ وَيُولَدُ. وَتَلْمُ بَطَانَةُ
الرَّجَمِ لِقُدْوِي الْبَيْضَةِ الْمُحْصِيَّةِ أَوَّلًا، ثُمَّ الْمُنِيَّةُ.
وَتَالِيًا الْجَنِينِ. وَالرَّجَمُ لِنَسْأَةِ عَضْلِيَّةٍ جَدًّا - فَهِيَ
أَقْوَى عَضَلَاتِ الْجَسْمِ الْبَشَرِيِّ. وَهَذِهِ تَذْفَعُ
الْعَقْلُ فِي الْحَوَاطِمِ بِمُسَاعَدَةِ عَضَلَاتٍ أُخْرَى فِي
بَطْنِ الْأَمِّ وَصُدْرِهَا.

تَنْتُجُ الْبَيْضَةُ الْأَنْ قَرَّةً
كَمِوَّةً مِنَ الْخَلَايا، تَقْلَقُ فِي
بَطَانَةِ الرَّجَمِ وَتَنْتُجُ شَرِيعًا
إِلَى شُطْرِهِ ثُمَّ إِلَى جَنْبِ



تَنْتُجُ بَطَانَةُ الرَّجَمِ كُلَّ شَهْرٍ
لَا سِتْقَالَ الْبُيُوضَةِ: هَذَا لَمْ تَحْدُ
مُحْبِثَةٍ، تَنْتُجُ بَطَانَةُ الرَّجَمِ وَتَقْدَرُ
مِنْ الْجَسْمِ بِالْمُحْبِثِ (الْمَلَكَةُ).
تَنْتُجُ النُّطَاقُ إِلَى دَاخِلِ الرَّجَمِ
عِزَّ قَدْرَةٍ دَقِيقَةٍ فِي عَقْلِهِ.

يَتَسَلَّ الْمُحْبِلُ الْفَضِيَّةَ أَتَاءَ الْجِنَاحِ بِحَيْثُ تَقْدَرُ
الْمُغْتَذِيَاتُ أَقْرَبَ مَا يَمْكِنُ إِلَى الْبُيُوضَةِ. وَالْمُحْبِلُ أَيْضًا
هُوَ الْفَقْدَةُ الَّتِي يَذِيرُ الْفَقْلُ عِزْمَةً عِنْدَ الْوَلَادَةِ.

التغيرات أثناء الحمل

يَتَغَيَّرُ الْجَنِينُ التَّنَاسَلِيُّ بِأَوَّلِ الْأَمْرِ
عِزًّا ضَعِيفًا دَاخِلَ الرَّجَمِ: لَكِنَّهُ فِي
شَهْرِهِ التَّالِيَةِ يَمْلَأُ الرَّجَمَ بِكَامِلِهِا
- عَا سَائِلًا شَبِيحَةً الْأَمِّ وَجِجَانِهَا
الْحَاجِزِ. وَتَبْدَأُ جَسَدُ الْأَمِّ مَعَ
هَذِهِ التَّغْيَرَاتِ، فَيَتَشَكَّلُ قَلْبُهَا مَرْدًا
مِنْ الدَّمِ لِقُدْوِي الْجَنِينِ التَّنَاسَلِيِّ
وَهِيَ تَتَابَعُ كَمِّيَّاتٍ أَكْثَرَ مِنَ الطَّعَامِ
لِقُدْوِي عِلَالِهِ. وَبِزَوَائِدِ عَضْمٍ التَّنَاسَلِيِّ
اسْتِعْدَادًا لِإِرْصَافِ الْظُلْفِ بَعْدَ
الْوَلَادَةِ. كَمَا نَبْدُ الْأَمِّ لِنَسْأَةِ دَعْوِيَّ
لَا سِتْقَالَ الْظُلْفِ الْجَدِيدِ.

يَبْدَأُ التَّنَاسُلُ قَرَّةَ الدَّمِ (الحليب)
بَعْدَ الْوَلَادَةِ بِقَدْرِ قَسِيرٍ.

قَبِيلُ الْوَلَادَةِ
الْجَنِينُ فِي الْعَالِيَةِ
خَلْقَاتُهَا رَاشَا عَلَى
عَقْبِهَا وَالْفَرَاعَانِ
وَالزُّخْلَانِ
تَنْتُجُ قَرَّةً
الْجَسْمِ
يَنْتَقِرُ الْحَبْلُ الشَّرْئِي
الدَّمُ مِنَ الْجَنِينِ إِلَى
الْمُحْبِثَةِ.

الإرضاع

يَقْلَقُ مُنْظَمُ صِفَارِ الْبُيُوتَاتِ
بِالْبَلَدِ مِنْ أَدَاءِ أَمْنَانِهَا
يَعْوِي لَدَى الْأَمِّ مَرِيحًا مِنْ
الْمُغْتَذِيَاتِ سَهْلِ الْفَضْمِ
وَكَاكِلِ التَّوَارُزِ وَالْمَلَاةِ
لِتَنْدَبَةِ التَّكَلُّلِ - إِسَافَةً إِلَى
تَنْتُجِ شَبْرُهُو وَشَرِّ.

البيئات

البيئة هي مجمل الظروف الطبيعية الخارجية والبيولوجية التي تعيش فيها الكائنات الحية، والبيئات علم يدرس هذه الكائنات في بيئاتها الطبيعية مجملًا وتفصيلًا. فدراسة بيئة الحيوان تستلزم لعلماء البيئة تفهم دواعي تصرف الحيوان على نحو معين. لكن البيئات لا تزال علمًا «جديدًا» والعالم الطبيعي بالغ التعقيد. والبيئون على دراية بوجود المشاكل، لكنهم لا يُدركون بشكلٍ جازم مقدار خطورتها ولا كيفية معالجتها.

بيئة الأرنب

الظروف التي يعيش فيها الحيوان، وأنواع الحيوانات والنباتات التي تستوطن منطقة، تؤثر كلها في حياته الخاصة. لذلك، عندما يدرس البيئون بيئة حيوان كالأرنب فإنهم يدرسون كل شيء حي أو غير حي ذي علاقة بها. وهذا يشمل الحيوانات الفسارية التي تقبضه والطعام الذي يتغذى به والأرانب الأخرى. والمفكس والهواء وأثره في تلك البيئة.

نباتات يفتك بها الأرنب كالشعير والهندباء البرية والرسيم

الآفة التي تتغذى فيها الأرانب بحورًا تتلصق إليها من عوامل الطقس والعضوي، وتحمي فيها صغارها.

حيوانات أخرى تعيش في الموقع نفسه كحيدان الأربة

البيئة البشرية

الإنسان، بخلاف سائر الحيوانات الأخرى، قادر على تغيير بيئته لتلائم مع نمط حياته. وقد يلحق ذلك ضررًا بالنباتات والحيوانات الأخرى فيها. البيئات البشرية بيئة يتسبب في تغيير البشر لبيئتهم، ومدى تأثير هذه التغييرات في البشر أنفسهم.

تجميع الحقائق والأرقام

المعلومات التي يحتاج البيئون إلى تجميعها تنطوي على الكثير من الإحصاء والوزن والقياس - على البنية وتحت الماء. أحيانًا تُؤخذ الحواسيب لهذه الأرقام لإحصاء ما يمكن أن تُعدته تغييرات معينة في منطقة ما. ومن ثم يُقدم البيئون إرشادات إلى الناس حول أفضل الشك لمعالجتها.

المفكس أحد عوامل بيئة الأرنب: وهو الأرنب الغنيش في الظروف المختلفة لهذه البيئة. فهو بحاجة إلى هواء نظيف للتنفس وإلى ماء نظيف للشرب.

حيوانات تتطفل خارجيًا على فروة الأرنب كالبراغيث، أو فتعصيات تتطفل عليه داخلًا كالديدان.

حيوانات لغزير الأرانب كالشعير والقاقم (من شروب نبات عرس)



حيوانات أخرى، كالشعير والقاقم، تغذي بالغطاء نفسه الذي يفتك به الأرانب.

إرنست هيكل

كان البيولوجي الألماني، إرنست هيكل (١٨٣٤-١٩١٩) أول من استخدم كلمة إيكولوجية (البيئات) عام ١٨٦٩. وعرفها بأنها «دراسة الاقتصاد البيئي الأسمري للمتعصبات الحيوانية». كان هيكل من مؤيدي نظرية دارون للقطر بالانتخاب الطبيعي. وظلت أفكاره عن البيئات تنبئ حتى حوالي العام ١٩٠٠ حين بدأ البيولوجيون يدرسونها بحذية.



الغلاف الحيوي

الأرض نظام بيئي معقد - والأجزاء التي تسكنها الكائنات الحية منها، برًا وبحرًا وجوًّا، تُؤلف الغلاف الحيوي. هذا الغلاف محدود النطاق يمتد قليلًا (بسيًا) فوق سطح الأرض وتحت. يتألف المتوطن الأحيائي من نطقت بيئية، لها خصائصها المناخية والثريّة والجماعات الأحيائية من نبات وحيوان، تُعرف بالنظم أو المنظومات البيئية. وتُشمل المنظومة عدّة أجزاء مترابطة ومُتكاملة بشكل يضمن استمراريتها. وهي رُغم تغيّرها ليست مُغلقة - فالشمس والمطر يدخلانها، والماء ينصرف منها، والمُغذيات تأتيها وتُعاددها عبر التربة، ويُرور البت والحيوانات تحي إليها وتذهب.

التجبال

التجبال توفّر بيئته الكائن الحي في نظام بيئي، يشتمل مكان عيشه ونوع ما كليه ومُشرته وطرائق سلوكه وعلاقة بالكائنات الحية الأخرى. ويُطلقون على تجبال البرق أحيانا «المُتسّ».



المتوطن

المتوطن هو النشوى الطبيعي لجماعة من البات والحيوان تُستى حالية. أحيانا يُدعى المتوطن البيئي «توقع» النوع وهو يعوي العديد من المُعاملات: مُشتمع السُجى مثلا توطن.



المنظومات كبيرة وصغيرة

النظام البيئي قد يتكرّر كالشجيرة، أو نصغر منظومته كقطرة مغطى فوق ورقة بات. وفي كلا الحالتين تتغير المنظومة البيئية عفا حولها من نُطقت، وتُقسم مجموعات من الكائنات الحية تتفاعل وتتأثر واجدتها بالأخرى. فالشجرة الشجرة منظومة بيئية كما الغابة المُشتمة، حتى الجلد البشري يُمكن دراسته كنظام بيئي مُشتمل تعيش عليه مُستعمرات من البكتيريا والفُطر.



النظام أو المنظومة البيئية

النظام البيئي مُنظمة مُتكاملة في الغلاف الحيوي تحوي كائنات حية، وهو يشتمل الصحور والتربة النحيّة وسطح الأرض والهواء فوقه، ويُقسم عدّة مواطن - فالغابة مثلا نظام بيئي. أمّا النظم البيئية الكبرى، كالغابات المطيرة والمُصحاري، فتدعى خيومات.



جيمس لفلوك

العالم البريطاني، جيمس لفلوك (١٩١٩-)، تقدّم بما يُدعى «فرضية جايا» في السيميئات من القرن العشرين - و«جايا» مُصطلح يوناني قديم بمعنى الأرض الأم أو «الإلهة

الأرض». يعتقد أن درس لفلوك جُز المريع، بدأ دراسة جُز الأرض، وارتأى أن الجُز يُنظمه الغلاف الحيوي، مُعتبراً أن جميع الكائنات الحية على الأرض تعمل كجُز من كائن واحد يستطيع تغيير بيئته لتتلاءم مع أحيائها. فالجايا تؤسّر الظروف المُلائمة لبقائها الذاتي. حتى ولو جُفِل يُؤ البشر الأرض غير مُلائمة لبقائهم.

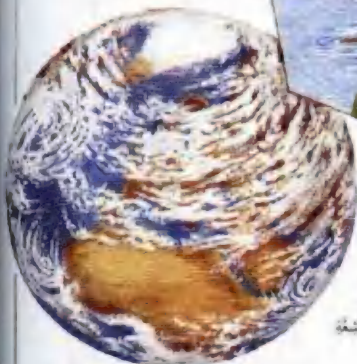
الغلاف الحيوي

يُطلق الغلاف الحيوي قابل سطح الأرض برًا وبحرًا وجوًّا فهو الجسم الخن من كوكبنا، ويحوي نظام بيئية مُختلفة عديدة.



الأرض

الأرض هي الكوكب الأوتد المعروف بوشود الحياة عليه. وتتميز الأرض بخو تحوي العناصر الضرورية لبقاء الكائنات الحية، كما تحمي سطح الكوكب من الأشعة المؤينة في إشعاعات الشمس.



النظم البيئية في العالم

تنوزع النظم البيئية على سطح الأرض حسب المناخ بصورة رئيسية. وتتفاوت التباين المناخي المختلفة بين القاري والجاف في المناطق القطبية. والحار والرطب في المناطق الاستوائية. وقد تأقلمت النباتات والحيوانات مع الظروف المناخية، وترافقت مما تكون جماعات وحيوانات مختلفة. وتؤدي كل «جالية» دوراً معيناً في نظامها البيئي جلال تأقلمها على التوارد الضرورية من أجل البقاء.

تقع الأراضي القطبية والتندرا في أقصى شمال الأرض وغنوبها، في القطب الشمالي والقارة القطبية الجنوبية. والأراضي القطبية شديدة قارساً البرد طوال السنة - وهي تتدبج تدريجياً في أراضي التندرا بعيداً عن القطبين.

الشاطئ البحرية يصفها برد وينصفها بخر. وهي تشكل بعلها بيئاً دائم التجمد يتواجد حول خواص جميع القارات.

تقل الثلج والنباتات الحضرية مكان للحيوانات الأصلية للحياة البرية، فتستضيف هذه مع الحياة الجديدة، وهي ألباً وأقل تكيفاً للزيج من الرطب المحيط.

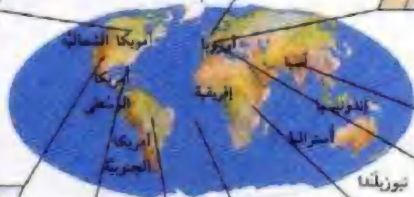
توجد الجبال في جميع القارات. وهي تشكل مبعثاً للنظم البيئية الرئيسية لأن الظروف المناخية تتباين مع الارتفاعات المختلفة.

الأنهار والبحيرات مستوطنة بيئية من المياه العذبة، فتوجد في معظم مناطق العالم.

تشتد البرية في آسيا وإفريقية والأمريكيتين الشمالية والجنوبية وساحات شاسعة من الأراضي تترك القش بصورة رئيسية.

تؤلف المحيطات أكثر الأنظمة البيئية على الإطلاق، وهي جسيماً شديدة مقاد.

تكثر الغابات المطيرة المدارية في الأمريكيتين الوسطى والجنوبية وإفريقية الوسطى وجنوب شرق آسيا وشمال أستراليا. وهي غالباً قريبة من خط الاستواء فتظل حارة ورطبة معظم أيام السنة.



غابات المناطق المعتدلة تحوي الشتوبريات والأشجار العريضة الأوراق. وتوجد في المناطق المعتدلة الحرارة والمربوة حيث تتساقط الأمطار بانتظام معظم أيام السنة.



المصحاري في شعبيها حارة شديدة الحرارة جداً. وتوجد في الأمريكيتين الشمالية والجنوبية وآسيا وإفريقية وأستراليا.

المناطق الرطبة تتنوع المستنقعات الغنية والمالحة (الشيخات). وهي موجودة في جميع القارات عدا القارة القطبية الجنوبية.



حدود الأنظمة البيئية

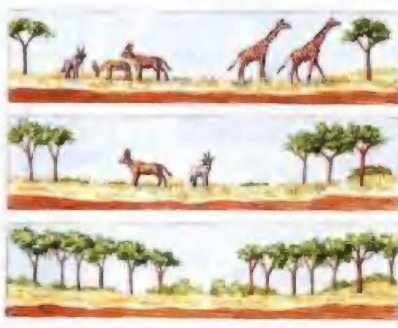
تختلف النظم البيئية عن محيطها بشكل ماء إذ تؤلف محيطه جزءاً من أنظمة بيئية أخرى. بعض الأنظمة البيئية ذات حدود متشعبة - كالحجود بين غابة وبحيرة. والنباتات والمجالات البيئية تتغير فجأة، لكن الكثير من الأنظمة البيئية تتداخل وتتداخل مما تؤلف منطقة الإيماج هذه متفرقة بيئية إقليمية تختلف فيها النباتات والحيوانات من كلا الجانبين البيئيين.

تزايد من المعلومات النظر
المناخ من ٢٤٤
الجزء من ٢٤٨
الأرض من ٢٨٧
قدرات في الجلاف التنبؤ من ٣٧٢

الحيوانات الراحية تبقى الشؤون الشخصية على حالها، لأنها تأكل بالمرات الشجر.

إذا نقص عدد الحيوانات، فقد نشأت الأشجار ونعموا، متحجب ضوء الشمس عن الغش.

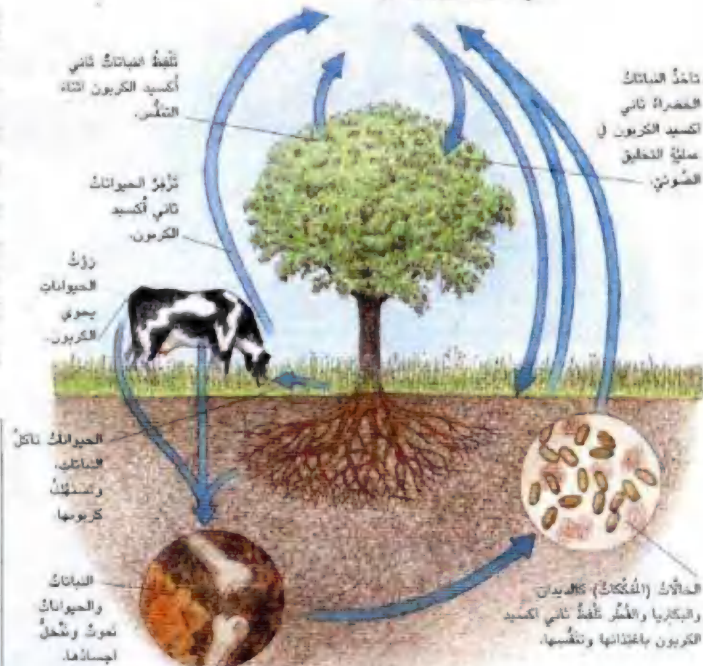
الحياة، لتكثف الأشجار المثقلة وتكون غابة.



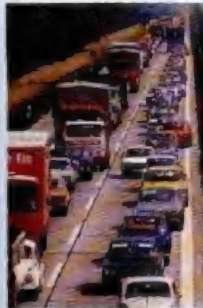
التعاقب

تنمو الجماعات وتزايده حتى تبلغ وضعاً مستقراً يوصف بأوج النجسوة البيئية. تدعى عملية التحول من نظام بيئي، كغشيب غشيب، إلى غابة مثلاً تعاقباً أولياً. أما إذا دمر النظام البيئي طبيعياً أو بفعل الإنسان، واستعاد وضعه السابق فهو تعاقب ثانوي.

ثاني أكسيد الكربون في الجو



الأدخنة الصاعدة من
السيارات أثناء حركة السير
تظلم ما يزيد على
٢٢٥.٠٠٠ طن من
الرصاص في الجو كل سنة.
هذا الرصاص ينتج بالهواء
ومنه البشر والحيوانات
الأخرى فيسبب أجسادهم
والأطفال بخاصة هم الأكثر
تضرراً بهذا الخطر.



دَوْرَةُ الكَرِيمُونَ

عُطِفَ الكربون أساساً أجسام الكائنات الحيّة كلها. وهو أصلاً من مُكوّنات ثاني أكسيد الكربون في الهواء. النباتات الخضراء وبعض البكتيريا تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الجوّ لتُنتج غذائها، والحيوانات تأكلُ النباتات فتأخذُ الكربون. ويُعادُ هذا الكربون إلى التّجوّل كلّما أكسدت الكربون في نفس الكائنات الحيّة أو في فضلاتها أو حين تموت وتُحلّل أجسادها.

الْحُمُومُ الْعَالَمِيَّةُ

إحراقاً للزئبق والمُخَمِّم والحطب بقللُ تأتي أكسيد الكربون إلى الجو. وقد
عُدا البعض من هنا العارِ يُؤثِّر "دثاراً" مُكثِّباً حَوْل الأرض تعبِره مُعظمُ
الإشعاعات القصيرة الأمواج الواردة من الشَّمْس، لكنَّ مُعظمُ الإشعاعات
الطويلة الأمواج المنبعثة من الأرض عاجزة عن اختراق - بِمَا سَبَب، ولا
يزال - التسخين المُتزايد في
جَوِّ الأرض (المُخَمِّمُ
العالمين) بِتأثير "ظاهرة
الدُّفْنَات".



دورة الأكسجين

فأخذ الكائنات الحيّة الأكسجين من الهواء، وتستخدمه لإطلاق الطاقة من الأغذية التي تأكلها. وقد تستخدمه أيضاً مع الكربون والهيدروجين والنتروجين لإنتاج مخزونات جديدة في أجسامها. وبمعدّ إطلاق الأكسجين إلى النّوع من النباتات الخضراء خلال عمليّة التخليق الضوئي، ومن النباتات والحيوانات كمخزّن في ثاني أكسيد الكربون في عمليّة التنفس.

دورة التَّروِجِين

جميع الكائنات الحية تحتاج إلى النشروحين لإنتاج البروتينات، لكن معظمها لا يستطيع استخدام بروتجين الهواء مباشرة، لذا ينبغي أن تكون النشروحين، أو أن تحادها بعناصر أخرى لتكون النشروات أو النشروينات. النباتات تستطيع امتصاص النشروات، والحيوانات تأخذ النشروات فتحصل على حاجتها من النشروحين. ويتم عملية التثبيت بواسطة بكتريا التربة أو الطحالب والأشجار. وتعيش البكتريا المثبتة في التربة أو على جذور نباتات كالبنّي والفاصولياء والفول والبرسيم. وفي المقابل تُفكّك البكتريا المثبتة للنشرة فضلات الحي من الحيوانات والنباتات ومخلفات الميت منها، لإطلاق النشروحين إعادته إلى الجو.

غاز النيتروجين في الجو
يغلق الذرة يتحد
النيتروجين بالأكسجين
ويتحد كجاسس نيتريك
شعيق مع النظم



فَرَطُ الْمَغْذِيَّاتِ

تكثر المغذيات في بيئة مائية غنية (كالتجربة)
 بينما يؤدي إلى قوط نماء الطحالب، وهذا
 يعزز نماء الكبريتا الحيوانية التي تحلل
 الطحالب الميتة - مستفيدة بذلك مورد
 الأكسجين - فتعزز حينئذ بقاء وعيش
 المتعضات على احتلالها.



لَقَلَّوْثٌ

ضَلَّاتِ الْمَصَانِعِ لَوْنُ
لَعِيدَةٍ مِنَ الْأَنْهَارِ وَالشُّعُوبَاتِ
فَقَسْتُ عَلَى الْحَيَاةِ الزَّيْنَةَ
بِهَا، كَذَلِكَ يُمْسِكُ الْعَقْلُ
لِلنَّاسِ فِي الْبَحْرِ خَطَرَهُ
الْبَاطِلَ عَلَى الْأَحْيَاءِ الزَّيْنَةَ، لِأَنَّهُ
يُفْرِقُ وَيُقَلِّبُ رِيشَ الطُّيُورِ
فَرَأَى الْحَيَوَانَاتِ فَعَجَبَهَا مِنْ
لِخْرِكَ وَتَحْصِيلِ الْغُوثِ -
شَوْتِ جَوْعًا وَبُزْدًا.



دَوْرَةُ الْمَاءِ

تَسْحَبُ الْمَاءَ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ،
فِي الْأَنْهَارِ وَالْبَحَارِ وَغَيْرِهَا، بِحَرَارَةِ الشَّمْسِ
فِي النَّجْوِ. وَيُسْقَدُ نَحَارُ الْمَاءِ عَالِيًا فِي النَّجْوِ،
إِنْ مَاءٌ تَحْتَمُّ نَحْوَهُ. ثُمَّ تَنْقَطُ فُطْرًا عَلَى

المَطَرُ الحَامِضُ

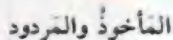
الغلات أشأفة من محقات القدرة والتركيب
تخرج بالماء في الهواء ثم ينشط مغزاً
حاصباً يغزو حراً من قورة الماء. وهذا
الحاصف، في ماء النطر، لهدوء الحياة التربة
في جميع المنظومات البيئية حسناً ينشط، كما
أنه يؤثر في بني التماثيل والتبوت ويقتل
وأجانباً ويصلح الزراعي، ويقتل الغلات
الموتة شأفات طويلة. لقد بحثت الثلوث
في بلاد مغزاً حاصباً في بلد شجاور.

لزيادة من المعلومات أنظر

- التكوين ص ٤٠
- التوزيع ص ٤٢
- الأكسجين ص ٤٤
- الشعاع الشمسي ص ٢٤٦
- تكوين السحب ص ٢١٢
- العطر ص ٢٤٤
- التخليق الضوئي ص ٢٤٠
- نظام النقل في النبات ص ٣٤٦
- النفس الخلوي ص ٣٤٦



بعض الكيمياء التي تُرضيها الروح سائمة للبطر وقسرة بالية.
لذا فطُرْضُ استبعادها بحكمة وبراءة، وكذلك أولئها ملاسي وافية
لأنها استعجالها، لكن ذلك لا يتوافق وأما في
الكتاب الثامنة



يُحْضِرُ الْبَشَرُ مِنَ الْأَرْضِ عَلَى مَوَادِّ عَدِيدَةٍ،
لِكَيْ يُمْكِنَ تَعْمِيلُهَا إِلَى عَالَمِ الْأَشْيَاءِ مُؤَدَّةً لِلثَّلَابَاتِ وَالشُّوْمَاتِ.
إِنَّ مَوَادِّ الْأَرْضِ مِنَ الصَّخْرِ وَالْعَازِ وَالنَّطِّ وَالْفِلْذَاتِ تَنْتَشِبُ
يَوْمًا، لِذَا يَتَرْتَّبُ عَلَيْهَا إِيجَادُ مَوَادِّ أُخْرَى يُمَكِّنُ تَجْدِيدَهَا قُلُوبًا
فِيهَا مَا لَزِمَ مِنَ الْعَوَارِدِ الَّتِي لَا يُمَكِّنُ تَجْدِيدَهَا.

على مدى آلاف السنين ظل عدد سُكَّان العالم
محدوداً فلم يتعد السنين (١٠٠٠ مليون) إلا
في الثلاثينيات من القرن التاسع عشر
استغرق فقط ستة سنين إضافية ليبحاروا
٢٠٠٠ مليون نسمة. كما إن أعداد السُّكَّان العالمي قد
تضاعفت خلال الـ ٤٠ سنة الماضية فقط.
وتُعدُّه أنه قد يتعدَّى ١٠.٠٠٠ مليون بحلول القرن
الحادي والعشرين. السُّقُوطُ المُفْجِئَةُ
البيوت والحُرَابُ المُتَلَازِمَةُ على مَنَعِ نَفْخِ
الرَّيْحِ فِي حِينِهِ بِالْمِائَةِ



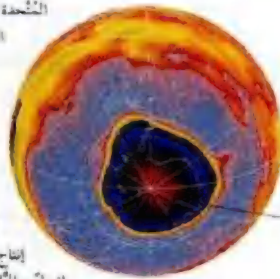
كوارث التلوث

١٩٥٣-١٩٦٠ الانسجام برتقي الصحار في خليج
ميجانا، باليابان، يتسبب بثلث الذبائح لغنى
الكثيرين.

١٩٧٦ تشرّب شيد الأشعاش في بيشو، بنغاليا،
تسبب مئات الأشخاص، وحكمت على الحيوانات
الناجاة في تلك المنطقة بالقول بالعلف من الأعراها
١٩٨١ تشرّب الكيمياءات من قنص في بنويال،
بالهند، قتل ٢٥٠٠ شخص
١٩٨٦ خارت السمائل البوري في شرقبنال،
تسبب مئة شاة تسبب الأشعاش
١٩٨٨ صهرجة تسبب منها ١٠٠٠٠ طن من السم
تقل سواحل الاسكا فينسي على آلاف الحيوانات
١٩٩٣ صهرجة تسبب منها ٨٢٠٠٠ طن من السم
في قرية من جزر شلاند، باسكتلندا، قتل
الزواجر والسماء، وقبض على الحالة التي لها

تَقَبُّ فِي طَبَقَةِ الْأُوزُونِ فَوْقَ الْقَارَةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ

حوالي العام ١٩٨٠، اكتشفت العلماء ثقبًا بحجم الولايات المتحدة الأمريكية في طبقة الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية. هذه الصورة المُنقطة من الفضاء تُشَيِّقُ الثقب بوضوح. كذلك اكتُشِفَ أيضًا ثقب أصغر فوق القطب الشمالي. وأن طبقة الأوزون فوق أقسام أخرى من الأرض غدت أرقَّ مما كانت عليه سابقًا. ويُنَجِّي العلماء باللائمة في ذلك، بصورة رئيسية، على غازات كبريت الفلور الكلوريني. وهذه الغازات تُستخدَم في بعض التبرادات والمبردات والمُكَيِّمَاتِ والطاقي، وفي إنتاج بعض أنواع البولسترين ومواد التنظيف؛ وهناك أبحاث حاليًا إلى أن يُستبدَل بها بيوها.



غازات كبريت الفلور الكلوريني، التي تُنتجها المصانع، تتساقط علينا في الجو وتندثر طبقة الأوزون.

طبقة الأوزون المتكاثفة تمتنع معظم إشعاعات الشمس فوق البنفسجية المؤذية من الوصول إلى الأرض.

ثقب في طبقة الأوزون

فُرُودٌ من الإشعاعات فوق البنفسجية تعبر الثقب في طبقة الأوزون فيؤدي كل أنواع الحياة على الأرض.

طَبَقَةُ الْأُوزُونِ

تُوجَدُ طبقة الأوزون على ارتفاع ١٥ إلى ٥٠ كم فوق سطح الأرض؛ وهي تقي الأرض من معظم إشعاعات الشمس فوق البنفسجية المؤذية. إن تزايد هذه الإشعاعات المُفَرِّط قد يُعَيِّرُ البَشَرَةَ (الْوَرَائِيَّةَ) للنباتات والحيوانات ويُسبِّبُ سرطان الجلد في البشر. هذا وقد حدثت ثقبٌ في طبقة الأوزون، سبَّحت بِعُتُوبٍ مُزِيدٍ من هذه الإشعاعات إلى الأرض. بقي القارة القطبية الجنوبية تَعْمَلُ المُستَرَبَاتُ العالية للإشعاعات فوق البنفسجية العوالق عن التحلُّق الطوي (تُحْضِرُ الغذاء باستخدام ضوء الشمس) وما يُجَلُّ بالسلاسل الغذائية في البحر.

يُنْقَلُ جُزْءٌ من الأوزون من ثلاث ذرات من الأكسجين. فيندرج غازات كبريت الفلور الكلوريني طبقة الأوزون تتفكك بفعل المستويات العالية للإشعاعات فوق البنفسجية شديدة ذرات الكلور. وهذه تُجَدُّ مع إحدى ذرات الأكسجين من كل جُزْءٍ في طبقة الأوزون مُتَفَكِّكًا.

كَوَافِقُ التَّلَوُّثِ الْحَيَّةِ

بدراسة الكائنات الحية، يُمكننا معرفة مدى تلوث الهواء أو الماء. فبعض الكائنات بحتميل الكثير من التلوث بينما بعضها الآخر يزكو ويتزعرع في الهواء النظيف فقط. فالإنسان حساس جدًا لتلوث الهواء لأنها تمتص المعادن من مياه المطر بكل سطحها؛ فتتراكم السموم في أجسامها وتُفَكِّكها.

البانوروكس (المُفَكِّكُ المُعَرِّضُ لِقِوَامِي المُنْمَةِ) فقط يستطيع النمو في جو شديد التلوث، ولا وجود للأشجار هنا.

الأشنة القاسية التقرُّر كالأشنة الرطوبية تُنَبِّزُ أن الهواء عالي نسبة التلوث.

الأشنة المورقة كأشنة الهازميليلا تُفَكِّكُ نسبة قليلة من التلوث.

الأشنة الأزرقية الخفيفة تنمو في الهواء النظيف فقط.



الثقب الباردة الدقيق، وهي يرقات الذباب الضواري (من نوع إريشمانس) تنتشر أكسجين الهواء فيأثره عز أنبوب طويل؛ لذا تستطيع العيش في مياه شديدة التلوث.



الطوبيدات الحمراء التي هي في الحقيقة يرقات ذباب صغير (من نوع كبرونوس) تحمل نسبة عالية من التلوث.

شُرَيْدِسُ المياه العذبة كاريبيان جافاروس يتحمل نسبة قليلة من التلوث.

غوازي ذبابية الشحور (كالبير ٧ الشابة قنطلة) تعيش في المياه النقية فقط.

لمزيد من المعلومات انظر	
الحفارات ص ٥٦	
مصادر الطاقة ص ١٣٥	
الجو ص ٢٤٨	
المُحَلِّقُ الضواري ص ٣٤٠	
دورات في البلاف الجيني ص ٢٧٢	
الفضلات وإعادة تدويرها ص ٣٧٦	
حقائق ومعلومات ص ٤٢٤	

الفضلات وإعادة تدويرها

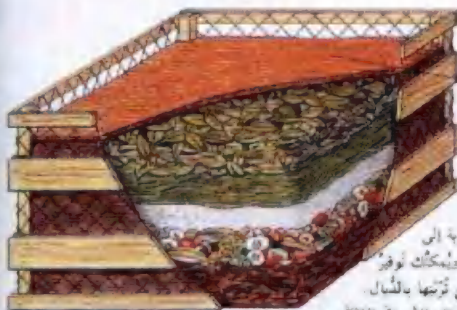


الحالات

الكائنات الحيّة بعد تدويرها طبيعيًا. فخلت (بقاياات) القباب على هذه الزبالة النبتة في حالتها. وهي، كما الحالات والمُتفكّكات الأخرى تساعد على تنظيف البيئة وجعل مواد الفضلات العضويّة مُخاضة مُجددًا لاستخدام النباتات والحيوانات الأخرى. فعندما تتفكّك المواد أو تتحلّل مُدًا فقط، تستطيع البكتيريا والفطّر، وهي الحالات الرئيسيّة لمعالجتها.

مُكَيَّات النفايات

النفايات النشويّة لا يُد من فزّجها في مكان ما، ومُعظم وسائل التخلّص منها قد تُضرّ البيئة. فالكثير من النفايات الضّالّة يُفترّق في حُفر ضخمّة كمواقع رُدم، وتقوم جرّارات ثقيلة ضخمة بفرشها وذلكها لتتغلّ حُبْرًا أقلّ، كما تُغطّى بالتراب وتُملأ بوسيلة لمنع الطيور والحيوانات من الاغتيال. علّنها ونشر الأمراض. لكنّ هذا إن أُخِض النفايات الضّالّة، فإنّه لا يمنع النواتج النشأة من الشّروب إلى المياه الجوفيّة، كما إنّ ارتفاع الحرارة في مظاهرها يُسبّب غازات لهُويّة قد تتسبّب وتُسبّب الحرائق.



غطّ الدبلة (خُومة الدبال) بسجاد قديمة أو بالقش لحفظ الحرارة في داخلها.

كيف تُعدّ مدبلة (تسميد مزرعائك)

أوراق الشبات وأجزاء الأخرى المُتبقّية تتحلّ في التربة إلى مُغذيات تُحسّن بها الأُروع، ويُمكنك توفير سماء إصاص لحديثك منزح قزبتها بالمال. فبدل أن ترمي الشجر والأوراق والأوراق النبتة، من الحديقة، يُمكنك تجميعها في مدبلة تُعدّها كما يلي: في زاوية من الحديقة، خنّج طبقات من الفضلات الشبات في حاوية مُناسبة - مُمكنًا كُل طبقة بالتراب الحفظ الحرارة المُتولّدة من فِعْل الحالات فيها. أتي المدبلة رطبة لأنّ الحالات تنشط في ظروف الدفء والرطوبة، وانظر هذه الشجر لتتكون الدبال. جادّ من وجود مواد لهُويّة حول المدبلة لأنّ درجة الحرارة ترتفع في شباتها، وقد يُلْهَث بها الغاز المُتولّد.

مُعدّل النفايات

في البلدان المُتقدّمة صناعيًا، حُبْر تُشود أساليب الحياة العصريّة، تُزيد نفايات العائلة المُتوسّطة على المُلّوثات، وتُتألف هذه النفايات في مُعظمها من ورق التغليف والفضلات المنطحيّة والكثير من هذه يمكن إعادة تدويره واستعماله مُجددًا.

مستوى النفايات لعائلة مُتوسّطة

٢٢٠ ورق وكرتون

٢٢ فضلات منطحيّة

٩٠ زجاج

٩ فلزات

٥٠ لادن

٢٢ قشيرة

٩٠ قفاص

٩٠ نفايات أخرى



مزيد من المعلومات انظر

- المراتب (البكتيريا) ص ٣١٣
- الطفرات ص ٣١٥
- التغذية ص ٣٢٢
- قدرات في الخلف الخبوي ص ٣٧٢
- النش والتزكهم ص ٣٧٤
- الحفاظ على البيئة الطبيعيّة ص ٤٠٠

الغذاء

الغذاء النباتية

الحشرات

الطيور

الأسماك

الزواحف

الثدييات

التحقيق الضوئي ص ٣٤٠
التغذية ص ٣٤٢
الاغنياء ص ٣٤٣
النفس ص ٣٤٥
الملاف الحبري ص ٣٧٠
الحبة البرية في خطر ص ٣٩٨

الجماعات الحيوانية

الرؤم من الذئاب، والقطيع من القطباء، والسرب من السمك، والرف من الطيور أمثلة على التجمعات الحيوانية. فقد تعيش الحيوانات جماعات كل الوقت أو تجتمع فقط أثناء التمشيش أو الإغذاء في منطقة وزمن معينين. وكثيراً ما تتوزع هذه التجمعات علاقات مجتمعية، فيفصم أفراد الجماعة وظائف خدمية كتجميع الطعام والعناية بالصغار والدفاع عن الجماعة. كما إن العيش جماعات يبيح للصغار من الجماعة تعلم المهارات والسلوك الأصلي من الكبار. وهكذا تتوزع إمكانات الجماعة في مجابهة نزاع البقاء، وتنتقل معرفة وخبرة الجماعة إلى الجيل التالي.



تشترك الذئاب جماعات، فيسكنها بذلك قسماً حيوانات كبيرة كالذئاب.



الذئاب السيدة في القطيع تسيطر على باقيها برأيتها، فلا تتركها ذات من قطيع آخر.

تقوى الذئاب كثيراً للقطيع المتألف من بقدم الاقتراب من شريكها.



جيرة القطيع تتعلم بمرافقة الكبار وحمايتهم وتسلطهم.

الذئاب السيدة ترفع أذنيها في الهواء وتشم أذنيها عالياً.



الذئاب الناجفة تلتصق بذيولها بعيداً عن حشودها.

يستلقي الذئب الغالب عن ظهره استسلاماً للذئب السيد دون مقاومة.



جيرة القطيع المستقيم من سائر الرفس تسيطر الزاوية بين الشمس ومكان الغداء.

قطيع الذئاب

أعضاء القطيع من الذئاب (كأس لويس) تتعاون على الغاء، بالقصص جماعة والدفاع عن الجراء. فكل ذئب يعرف موقعه ضمن القطيع. فالذئاب السيدة تغرب عن سيقنها أو تفرقها بأوضاع جسدية خاصة تدعى لغة الجسد. وتستخدم الذئاب الخاصة اللغة نفسها للتعبير عن حشودها وابتزازها بسيادة الأسياد. السيد والسيدة الأولان في القطيع كلاهما كبير الجسم سليمة. وفي العادة يقتصر إنبات الجراء على سيدة القطيع.

تستعمرات الطيور

يُحشَر الكثير من طيور البحر، كالشكشك في الأصابع (شولا باشا) في تجمعات كبيرة تدعى تستعمرات - تقع فيها الطيور متجاذبة فقط بغير تجاوز مدى التأخر. فالشكشك الجماعي أكثر أمناً، وتجال الإنذار بالخطر فيه أوفر.



رُفْس النحل

ثلاثة النحل (ليس مبيهاً) تتركض دائرياً فيرقب النحل الأخرى في الحالة إلى موقع شروق غداً جيد. وتتأهب سرعة الرُفْس مع كبح مع بُعد المورد عن الحبة - فكلية أزدادت السرعة، كان المورد أقرب.



جين جودول

العالمة الانكليزية جين جودول (١٩٣٤ -) بدأت دراسة الشمبانزيات في مخيم الحيوانات في حوض نهر بومبي في تنزانيا، بإفريقية. وبعد سنوات من البحث وكتابتها جماعات الشمبانزي في الغابات، نوهت جودول تفاصيل الحياة العائلية للشمبانزيات وأفضل الطرق لحمايتها. وترافق مؤسسة جين جودول الإنبياء على أوضاع الشمبانزيات الحرة وعصيرها المهدد بخطر الانقراض بسبب تدمير مواطنها البيئية وتضيقها والمتاخرة غير المشروعة بها.

لزيد من المعلومات فخر

- الطيور ص ٣٣٢
- الزئببات ص ٣٣٦
- الإغذاء ص ٣٤٣
- الحياة البرية في خطر ص ٣٩٨
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٤

العشرة والتعايش

أنواع النبات والحيوان المختلفة قد تتعايش، وهذه العشرة قد تكون مفيدة لكلا النوعين في تكافل حيوي متبادلي، كمشقيق البحر النامي على محارة سلطعون؛ أو قد يكون مفيداً لواحدٍ مُضيراً بالآخر، كما البرغوث مُتطفلاً على كلب - يمتص من دمه ويُهَيِّج جلده. وقد يكون التعايش مُفيداً لأحد المتعايشين ولا يضر الآخر بشيء كسمكة الريمورا (السلك) في حماية القرش (كلب البحر). ويمكن اعتبار غزو الثعالب ونبات آوى والرائونات والأويوسومات لصناديق الثعالب نوعاً من هذا التعايش مع البشر.



الحماية المتبادلة

كلب السلطعون (من نوع ستودوميريس) يحمي شقائق النعمان البحر (أكاسيا هورنجر) في قوسه ويكافئ بفرص الحيوانات التي تحاول أكل الجزء من الشجرة. وفي المقابل توفر الشجرة لشمك مكاناً آمنًا للعيش داخل قرونها الكبيرة، كما تفتح الأكاسيا أغصانها لحلولها تأكلها الشل.



شقائق النعمان
الوك
(يوكسينوم)
(الشقائق)

شقائق النعمان (أكاسيا هورنجر)
يشخصي الغذاء من الماء وقد
يُغسله لثبات الغذاء المساقط من
الجزء طائر (السلطعون)

السلطان البحر
(يوكسينوم)
يريد يوكسينوم
رأسه ويحمي
وكلاهما الأسماك والرجلين الأولين من
خطئه خارج المحارة أثناء تغلاته.

الحماية مقابل الغذاء

السرطانات الناصبة لا تحار شقيقة لها. وهي تعيش في المنحار الفارغة بضدقات ممتدة، وتنتقل منها إلى آخر أكبر عندما تنضج تلك المنحار بها. ويعيش بعض شقائق البحر فوق منحار السلطان الناصب. فيحصل السلطان شقائق البحر إلى مناطق أعتناء جديدة ويوفر له غذاء إضافي من ثبات طعامه. وفي المقابل يحمي لوامس شقائق البحر اللاصقة السلطان من اعتداء المعتدين.

القرش المالح في رأس سمكة
الريمورا (السلك) يحوي
سلسلة من الصفائح.



في العشرة غير المتعايشين
نظر الفم الأحمر النادر (نوفاجوس)
إندونيسي ينسجم فراد الحيوانات
الأفريقية الكبيرة، كالزرافة، يتغذى من
الشراد والذباب ماصة الدم ليعتدي
بها. فحينئذ هو غدا، وقيد
الزرافة (جيراتا)
كاجو بارفانيس)
خلاصاً من الآفات
السوية.



الشرادة بين لمار الشيران
والزرافة مثل على التكاثر
الحيوي.

العشرة تفيد الواحد وتضر بالآخر

الكشوت (أكاسيا إيتيوم) ذات غديم الكثر وفيل، يعيش متطفلاً على النباتات الأخرى فيشربها قسماً شهياً من غذائها. في الشام يشبون هذا النبات الهائل، وهو الجاثول في مصر. صورة من قرب للشمك ششعره من جذع نبات عائل لشمك فيه جذور الكشوت.

صورة من قرب للشمك
ششعره من جذع
نبات عائل لشمك فيه
جذور الكشوت.

جذع النبات
العائل



حيوان حائق
الزرافة (الريمورا)
اللون

المستفيد أحد المتعايشين

شمكة السلك (ريمورا) وموردا لها في أعلى الرأس قرص ماص لتتصق بواسطة شمس القرش. فوفر لها القرش الحماية وبعض الغذاء تنظفه من سقاعة طعامه. والريمورا قد لا تفيد شمكة القرش بأكثر من إزالة بعض الطفيليات من جلدها.

لزيد من المعلومات انظر

- النباتات الزهرية ص ٣١٨
- تداعيل البحر والشقائق البحرية
- والترجائيات ص ٣٢٠
- الأسماك ص ٣٢٦
- البلدان والشمك ص ٣٩٧

اللون والتّمويه

ألوان النباتات والحيوانات تحدّم عادةً أعراضاً معيّنة. فالألوان النبات والأزهاره الرّاهية تجتذب الحيوانات التي بواسطتها تنقل حبيبات اللّقاح بين الأزهار، أو تنشر البذور بعيداً لإنشاء نبات جديدة. ومن الحيوانات ما هو ذو ألوان زاهية لاجتذاب القرين، أو للتحذير من سميّة أو للإيهام بها. والألوان الباهية تعين الحيوان على التّموه والاندماج مع البيئة من حوله - وهذا يمكن الصّواري من مغاربة قرانها ومفاجأتها، وفي الوقت نفسه يحدّم الفرائس المستهدفة في التّخفي عن عيون مفترسيها.

النبات الخضراء غير ملوّنة لكنّها تكونت للتحلل أو الرّعاية لتعّدّ المفترسات غذاء

النبات الخضراء الباهية اللون من أجله الفرائس الأرضية الشّائعة (بوابوغاتوس إيكاروس) تنوّعها في بعض النباتات.

الرّعاية الضّمنية الأرجوانية الرّاهية تجتذب الحشرات الطّنان الذي يعتدي برحقتها؛ وفي الوقت نفسه تحبّل الطّنانك حبيبات اللّقاح، فتلدغ بنعلها ما ذوّره تالياً من أزهار

النبات الأعلى من أجله وفرة الفرائس الأرضية الشّائعة زام برزقه لاجتذاب القرين الرّقطن الأخضر والثلثي في الجدران لتؤلفها بين الأصناف



أشروع الفراشة البوليّة (ميتيلكس إيكستري) اختصر زام ذو حذوي حائله تساعده على التّخفي بين أوراق جلّة الزّمان (ليغسروم) التي تعلّدي بها.

من أجل البقاء

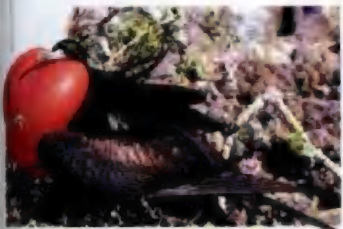
المظهر بشكل بارز ضروري لبعض الحيوانات والنباتات كما التّخفي والتّموه ضروري لتفاديها الآخر. فالحيوانات الحيّة جميعها تشبّه ألوان وأنشطة أو الشّكل الأنسب لها من أجل البقاء.

تغيير اللون

يتغيّر لون بعض الحيوانات تبعاً للموسم بحيث تظلّ مموّهة طوال السنة. فالقارم (سبلا إرفيا) تغيّر أسدّ القويّة معظم أيام السنة، لكنّ لون ثوبه يتحوّل شتاءً حيث تتسلّط الثلوج، إلى البياض عدا خضلة طريّة في نهاية كلّه.



اللون المتغيّر الرّاهية لتحدّد المفترسات من ملابها الكريه.



تحوّل غنيّة بالألوان

تدور الطّيور في كثير من الأنواع أغني لونا وألواناً إشراقاً من الإناث. فلاناث ترشم عات على البيض في الشّتن وتعتني بالصّراخ. ومن الطبيعي أن يجعلها الألوان الرّاهية هذا بارزاً للمفترسات. في الشّيرة أعلاه يرفقه ذكر (فريجانا فيتر) يتغيّر جرابه الجفليّ الأحمر شحّالاً لاجتذاب أنثاه.

لمزيد من المعلومات انظر

- الغزور لانتشوة بالمتحوّل الصّوري من ٣٠٨
- الإفريجات (النباتات الإفرية) من ٣١٨
- الشّيفونات من ٣٢٢
- الطيور من ٣٣٢
- الأعفد من ٣٤٣
- الغزوات من ٣٥٨



الضّيف المخطوط (التيودور) (نوبسكس ثورديسوس)



الرّقطن والمخطوط

أصناف الرّقطن والمخطوط في شّيرة الحيوان تساعده في التّلاصق لونه وشكله عموماً مع الوسط المحيط. فالضّيف الرّقطن والظّيف المخطوط تصعب رؤيتهما بين الظلال في الغابات التي يسوطانها. ولا حظ أحياناً نواشد هذه الرّقطن والمخطوط المموّهة في بعض صغار الحيوانات وعيائها في أتاب الكبار التي يتقدّرها أن تدافع عن نفسها أو تلوّد بالفراغ عند الخطر.



هنري ولتر بيثس

العالم الطبيعي والمكتشف

الانكليزيّ، هنري بيثس

(١٨٩٢-١٨٩٩)، درس التّنبوية في الحيوانات، ولاحظ أن بعض الحشرات غير المؤدّية تشابه المؤدّية الكريهة شكّلاً ليشجّبها المفترسات. وتعرّف هذا الآن بالشّاكهة البيثسية. وقد أدّاه بيثس أن تلك الشّاكهة تأشّلت نتيجة لعملية الانتخاب الطبيعيّ.

الهجرة والإسبات



عندما يتشبع الغذاء أو يتعسر الحصول عليه في فصول البرد أو الحر أو الجفاف، يهاجر الكثير من الحيوانات إلى موقع آخر طلباً للماء والذئ والغذاء. كما تلجأ حيوانات أخرى إلى مكان آمن في كهف أو جحر، مثلاً، فتسب (تنام) بضعة شهور، والحيوانات في كلا الحالتين تبعد نفسها للهجرة أو الإسبات بتناول ما يمكنها من طعام تحتزن طاقة ذهنية في أجسادها تستطيع بها البقاء دون غذاء فترة طويلة - علمنا أن الحيوانات المهاجرة تتناول ما يتيسر لها من طعام خلال رحلتها.

شلاله مبرمجتش الوطني، بكنيا



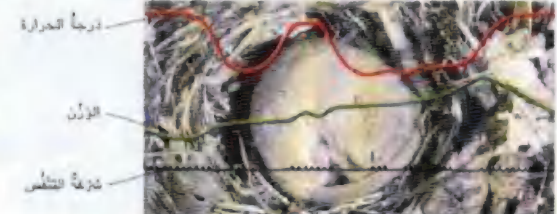
رحلة ليابل الثر

الحيوانات المهاجرة قد تقطع آلاف الكيلومترات في الفصل الربيع ترى ليابل الثر في الشهور الحوتية الشرية من كينيا وهي ترتحل غرباً في الفصل الحاف ثم شمالاً نحو المناطق الأحرى مطراً. ثم تعود ثانية إلى الجنوب حيث تكون الأمطار قد أعادت الشهور الغنية بالحاف إلى الحياة مجدداً. وتتبع الصواري شفرة ألياس، كالأسود، القطعان المرتجلة بالضرورة، حيثاً للذئ.

أجاءة رحلة ليابل الثر فصل رطب

الهجرة

تهاجر الحيوانات طلباً للغذاء والذئ والماء والتجبال الحيوي أو بحثاً عن مكان آمن تربى فيه صغارها. والمعروف أن الطيور كالخزينة القطبية والفرشات تقطع في هجراتها مسافات أطول من صواها. وفي فصل الجفاف الإفريقي ترتحل الآلاف من ثيابل الثر (كثوتيس ثورينوس) قطعاً نحو شيوخ التلال للرعي - صغارها تتبع كبارها. لكن الكثير من الحيوانات المهاجرة تقوم بالرحلة الأولى بنفسها، تستعبد بتوقع الشمس أو النجوم، ويعتقد أن بعضها حساس بتجبال الأرض المغناطيسية، وأن الأسماك والحيوانات لثدي بالتغيرات السحيطه.



درجة الحرارة
الوزن
شدة التنفس

الميزة قبل الإسبات العودة إلى بعد الإسبات الإسبات الإسبات الإسبات

تستعملت لطلب جياها في فصل الجفاف. فلتعد التسكة الزئوة إلى الانجمار في الزئول فلتعد داخل شرة من الشخاط الرطب لتقل لبحر الماء من جسدنا. وهي تتنفس عبر غطاء من الزئول للشرقة. وعند عودة القطر، تلجأ التسكة من شدة لطلبها وتستعيد حيوها. هذا العشر من الإسبات في ظروف الحر والجفاف يدهي التسكة أو الإسبات السطين.



الشبكة الزئوة الخنوب أمريكية (ليبيوسبرن بارادوكس)

لمزيد من المعلومات انظر
بئة الأرض ص ٢١٢
الفضول ص ٢٤٣
الشخاط ص ٢٤٤
الغلبة ص ٢٤٢
حقائق وتعليمات ص ٤٢٤

الإسبات الشتوي

تطر الألبسة الشتوية خلال الاكثبات الشتوي، بما تبقى الحيوان حياً. فطر، تنهض درجة حرارة الجسم إلى ما فوق درجة حرارة الهواء قليل. وتتناقص ضربات القلب وتحتف - كما يبدو في مخطط الإسبات أعلاه للزئوة (ناسكارديوس أفلاتازيوس).

مدى الإسبات الشتوي

الزئوة فارغ صغير حقيقي الإسبات. هذا الزئوة الأني الأصفر القش (قارمونا فلايتشيس)، مثلاً، يسب دون خراكي في لطفه أكثر من غلب السنة أحياناً. بعض الحيوانات، كالدبة، خربة الإسبات؛ وقد تسكن لفرات طويلة. لكن ضربات القلب فيها تكاد لا تظفر، وإن ثارت لوبة دفرة، فإنها تستيق وتغدى.



مناطق القطبين والتندرا

في أقصى شمالي الأرض وجنوبها توجد منطقتا القطبين الشمالي والجنوبي، وهما أشد المنطوقات البيئية قسوة على الأرض. وتعتبر القارة القطبية الجنوبية أبرد مناطق الأرض قاطبة - إذ تتدنى درجة الحرارة فيها إلى ٨٠°س تحت الصفر، وتهب الرياح فيها بسرعات قد تبلغ ٣٢٠ كم/سا. وحيث إنه لا يتوافر تنوع أحيائي كبير في هاتين المنطومتين، فإن الشبكات الغذائية فيهما بسيطة يسهل الإخلال بها. والحياة البرية، بطبيعة الحال، مكيعة للعيش في هذا المناخ.



توزيع المناطق القطبية والتندرا في العالم

الفظ (فيل البحر)

يمتد الفظ (أودوبنيس روزمارس) قطعان في المحيطات القطبية الشمالية، ويحمي جلد الفظ العاس وطبقات اللحم تحت من الزبد الفارسي ومن تغذيات الألفاظ الأخرى. ويستخدم الفظ دابة لاقتلاع الشعار التي يغطي بها، والنايات أكثر في الذكور، وقد ينسج طولها إلى مثله الفظ بين القطع.



خط الساحل

خليج طاب
تحت الماء

ثقل وجمال
جديدة انصرفت
عن الجاي
المرابط



طائر الحُرقة القطبي (الشمالي)

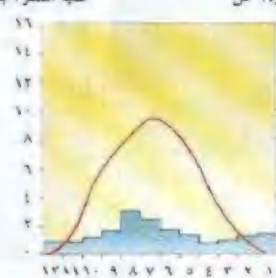
طائر الحُرقة القطبي (ستينا بريفينيه) تربي فراخها في صيف القارة القطبية الشمالية، ثم تهجر إلى القرب الآخر من الأرض لتجديد الصيف في القارة القطبية الجنوبية. وهي بذلك تستمر ساعات من ضوء النهار أكثر من أي كائن آخر.

الحوت الأبيض

الدُّقْن (أو الحوت) الأبيض (ألفيناليس نوباس) قد يظن في مياه القارة القطبية الشمالية على مدار السنة، رغم أن معظم الحيتان تزور هذه المنطقة صيفًا فقط. وتنفذ الدلافين البيضاء بطورة رئيسية بالأسماك، كالقُدّ والهُلُوت والسمك.

الشعلة الشهيرة لدرجات الحرارة وكميات المطر في جنس

تكون، بالانكا كشيء المطر: بالمس



المناخ

مناطق القطبين والتندرا قارسة الزبد. وتساقل المطر والثلج فيها قليل لأن الهواء البارد لا يستطع حمل الكثير من الرطوبة. وقد تقل كمية الثلج الساقط حول القطبين عن كمية المطر الساقط في الصحراء الكبرى. وتكون كل من منطقتي القطبين ممتلئة كل الوقت طوال الشتاء فيها، أما في صيفها، فتنبثق الشمس ٢٤ ساعة في اليوم.



الدب القطبي

الزبد الملبد ومثلها الدُّقْن لثت الجبل لحشوت الدُّقْن (القطبي) (الاركتوس موبيموس) دولة في المنطقة القطبية الشمالية كما أن الدُّقْن مضد أحيائي للطاقة. وقد تغاض ذكور الدُّقْن القطبية على قص القمامات (عقول الشعر) طيلة الشتاء.



أبانيق الزئبق (رامبيرغ فاناموس)
أكثر الغزلان المقتددة غداً لحماً
مطعماً غير صالح للأكل.



دراسة طبقة الأوزون
يُعدُّ العلماء المتفكّنين الشماليّة
والجنوبيّة لدراسة طبقة الأوزون. فيقومون
بإجراء التجارب، على الأرض أو في
محيطها، لاحتبار تلوّث الهواء وكثافة
الأوزون، لأنّ مشكلة الأوزون فوق القطبين
خطيرة بما فيها ظروف القطب الجنوبيّ العالية
مستويات الأضواء فوق البشعة العالية
المتسببة إلى الأرض ليس بالمرئيّة البشريّة،
فقط بل بزيادة الكثير من السجلات العمليّة.



الطيّاريّ
لنحو 100 الطياريّ ينفذ التّجربة الجنوبيّة من
أوريجون جلايفوس حتى المناطق القطبيّة
وهي لا تسطيع الطيران، لكنها سباحة ماهرة
للتسلّح. أجهزتها كإعلاف تخليفيّة. وهي
تلازم الشواطئ لوضع البيوض وتربية
الفراخ. والعظم منها كطاريّ الأوليّ
(تجربيليس أدلاني) يسير إلى مواقع
التجيش أكثر من 350 كم.

تزيد من المعلومات تُظهر
الغطاء الثلويّ من ١٩٦
القطب من 213
الغطاء من 281
غطاء الثلج في البتات من 341
الثلج وكثافتهم من 372
الثلج والثلج البتات من 377
الهجرة والإنسان من 381

مُحلّية الزئبق الغزالي
(من نوع كلامونيا)
امتصّ إشعاعات خطيرة
من الهواء.

سلسلة التلوث

في العام 1986، ألجّز الضّحايا الثّوريّ في
نسخة التّجربة في نيوبييل بأوكرانيا، فتلوّث
الهواء بتجارب ضخمة من الإشعاعات
الخطيرة، امتصّها النباتات فتسوّت إلى
السلسلة الغذائية، فالإشعاعات التي امتصّها
صالحات الزئبق، مثلاً، انتقلت إلى أبانيق الزئبق
وجنبا إلى البشر.



أكثر
الغزلان

أكثر
الغزلان

تتمد سطح
الثلج بقليل
توجد طبقة دائمة
الجليد تدعى الأرض
المغطاة في الصيف،
تتسوّق القُرْب فوق الأرض
المغطاة لكنّ أعين لا تجد
لها مثقلاً، فتتجمّع فوق
السطح مثقولة برفقاً مستقيمة

أراضي التندرا

التندرا أرض فاجلة تتأجّم النظام البيئيّ القطبيّ
الشماليّ، يغطّيها الغزاليّ وحيات صغيرة تنمو في
تجمّعات كثيفة خفيفة بعيداً عن هبوب الرياح،
وأوراق الشّجيرة دقيقة صغيرة تنفّس فقد الماء
المنفرد، في الصيف، تنفّس الحشرات،
كالغزّ والذباب الأسود من بيوضها المغرّرة
في التّربة، فتتغذى بدم الحشرات الكبار. كأبانيق
الزئبق، وهي يتورّها تقود طعاماً للطيور.

ثيران البسك

تستوطن ثيران البسك وأوفيس موسكاس في مناطق التندرا القطبيّة.
وهي ذات جسم شرمليّ تعزّزها طبقات سميكة من الفُفّر
تحت الجلد. في الشتاء، تُزيّل الثيران الجفّة
فوق طويلاً من الشّعر الضامد للريح. وتجنّب
الثيران في خلفيّة فوشتها صغارها مثل
للثديّ، ولقاء من الضّواري.



بطن العنبر

في الصيف، يُهاجر بطن العنبر
(شوماريا توكيسا) للتعشيش في
المناطق القطبيّة الشماليّة. وتُفّر
الأرض العنبر برش وطقن تتبّع من
شدها لتنفّس به وفنّ البيوض.



أخطار تُهدّد المناطق القطبيّة

يُتنبّ خطّ أنابيب النفط عبر
الاشكا مسافة 1300 كم -
متجنّباً أماكن تعشيش الطيور
الناشرة، وتُجسّر في أماكن
أخرى ليشحّ بمرور الحيوانات
المهاجرة لتخلو لكون إنشاء خط
الأنابيب هذا أحسن بالبيئة وشؤون
طرق الهجرة التقليدية. كما إنّ
المُفَرّات التي شُفّت على مُفَرّات
من الخطّ فُتحت المنطقة
للصّيادين المتعلّصين.



لأموس الترويج

نفس اللاموس، تلاموس الترويج (الشمس
شمس)، تُعظم حياتها مُستترّة بين النباتات أو
شجيرة تحت سطح التّربة. في الشتاء، تنحفر
اللاموس لثقل تحت الثلج كغاريّ يدها من
الزّيف النّارسي. ويتأجّر عدد اللاموس جلة أو
بزيّات - يملك أربعة كلّ أربع سنوات تقريباً.

الجبال

مُناخياً، صُعودَ الجبل أشبهُ بالانتقال عبرِ الأرض من حُطّ الاستواء إلى أحدِ القطبين - تغيّرُ فيه جميعُ الأنظمةِ البيئيةِ الرئيسيةِ من جراحِ في المُتحدّراتِ الحفيضةِ إلى شُهورٍ عُشبيةٍ وتندرا وتلوج. وتُجابهُ الأحياءُ البريةُ في المُتحدّراتِ الأعلى درجاتِ الحرارةِ الجُمُوديةِ والرياحِ العاتيةِ والهواءِ المُخلّلِ. وتُمو النباتاتُ في تجمّعاتٍ كثيفةٍ ذاتِ أوراقٍ غليظةٍ رُغِيّةٍ تُخسِرُ الحرارةَ وتقلّلُ فقدَ الماءِ. ويُغلبُ تواجدُ الحشراتِ اللَّاجِحةِ - كَوْنُ الرياحِ القويّةِ لا تُؤاوي الطّيّران. وبعضُ اللّيوناتِ الجبليةِ مُهاياةٌ بقلوبِ ورناتٍ كبيرةٍ تُساعدُها في الحُصولِ على كميّاتها من الأكسجينِ في جوٍّ قليلِ الكثافة. وغالباً ما يُعطّيها كساءٌ قَرويٌّ يقيها شِدّةَ البردِ؛ وقد يبيّضُ لونُ هذا الكساءِ شتاءً مُموهاً لها في بيئِها



توزُّعُ الجبالِ الرئيسيّةِ في العالمِ

الشُّعرُ المُتلفي (جيتيفوس باربانوس) يُخلّقُ مع تياراتِ الهواءِ الشاخِجِ الصاعدةِ قُربَ القُصمِ

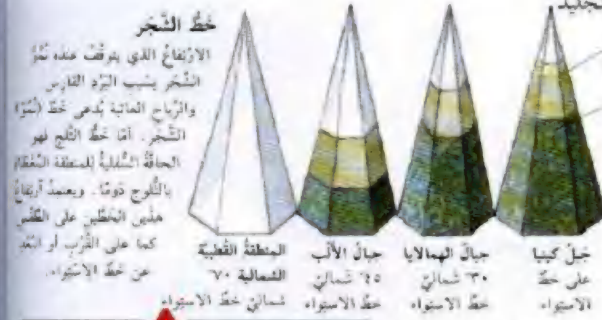
تُؤو القُصمِ (بَنُورُكليس نَسيكُغور) تو فوانيم فوريةٍ وجوافرٍ كبيرةٍ تُشكّلُ من سُلُكِ المُتحدّراتِ الشديدةِ الانحدارِ - خيانتُ حفيضةِ المُتو - كاكوزميت (روسوبشرون) والغُزغُرُ والفُلُوءُ القُرْمَةُ

الهُنْدُ الأحمرُ (ابنورس فُلجِنس) مُتسلّقُ ماوير

غابةٌ صُلبُوريّةٌ باردةٌ - من أشجارِ الأرزِ والشُجُورِ والنُوبِ

غابةٌ مُنصِفَةٌ مُشَدلةٌ - من البُوطِ واليزيدياتِ (دودونيدرون)

غابةٌ مُنصِفَةٌ جَبيةٌ مُشَدلةٌ - من أشجارِ الشال والأرجون والشاخ



أخطارُ تهديدِ البيئةِ الجبليةِ
الأنظمةُ البيئيةُ الجبليةُ أقلُّ تعرُّفاً من بيئاتِها للأخطارِ الماثلةِ، فالكثيرُ من الجبالِ غداً السُلُجُ الأخيرِ لأنواعٍ نادرةٍ من الكائناتِ الحيّةِ. فكلُّ بعضِ الغاياتِ الجبليةِ وجُزُوءِ الجبالِ طائفاً يُدّ التدميرِ لإنشاءِ مُتجمّعاتٍ ومزارعٍ للتّرجيح. وفي سبيلِ هذهِ الإنشاءاتِ، من مبانٍ وطُرقٍ ومُتحدّراتٍ زُرُوعٍ، تُبادُ نباتاتٌ جبليةٌ فريدةٌ وتُخسِرُ ثُربُ رُحُوّةٌ هائلةٌ - مع ما يجرّهُ ذلكُ من خُلالِ وخُطَرٍ على الأحياءِ الجبليةِ الطبيعيّةِ.



لزيد من المعلوماتِ الخُطرِ
الذئبُ من ٢٤٤
الثعلبُ من ٢٦٦
القطبُ من ٣١٧
الذئبُ والقطبُ من ٣٨٠
مناطقُ القطبينِ والتندرا من ٣٨٢
الشُّهورُ المُتَشَبِّهةُ من ٣٩٢
غاباتُ المنطقةِ المُعتدلةِ من ٣٩٦

سَهْلُ شُشُورِ القُرْمِ - يُزخَرُ بالأزهارِ والحشراتِ في الشَّيفِ

يعيشُ الجمالُ البريُّ (أكوس) في أعالي الشُّهورِ الغُشنيّةِ شُيفاً، ويُخلّجُ إلى سُسُوبياتٍ أخفَضَ في الشَّيفِ

غابةٌ صُلبُوريّةٌ باردةٌ - من أشجارِ الأرزِ والشُجُورِ والنُوبِ

غابةٌ مُنصِفَةٌ مُشَدلةٌ - من البُوطِ واليزيدياتِ (دودونيدرون)

غابةٌ مُنصِفَةٌ جَبيةٌ مُشَدلةٌ - من أشجارِ الشال والأرجون والشاخ

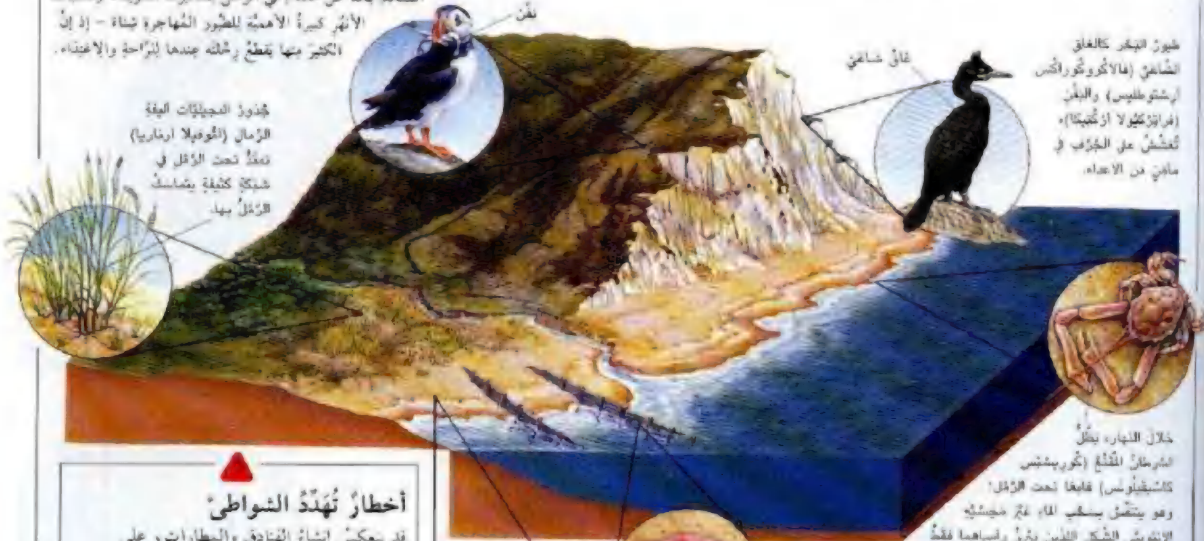
الشَّوَاطِئُ

مُنْتَقَى الْبَحْرِ بِالْيَاسَةِ يُؤَلَّفُ مَنَظُومَاتٍ بَيْنِيَّةٌ عَيْنُهُ بِأَنْوَاعِ الْغِذَاءِ - بَعْضُهُ مِنْ مَجْرُوفَاتِ الْأَنْهَارِ، وَكَثِيرُهُ مِنْ مَحْمُولَاتِ الْمَدِّ. وَقَدْ تَكَيَّفَتْ حَيَوَانَاتُ وَنَبَاتَاتُ هَذِهِ الْمَنَاطِقِ لِمُجَابَهَةِ ظُرُوفِهَا الصَّعْبَةِ؛ فَالْبَيْتَةُ فِيهَا دَائِمَةُ التَّغْيِيرِ بِفِعْلِ الْمَذَرِّ (الْمَدِّ وَالْجُزْرِ) وَالْأَمْوَاجُ الَّتِي تُحَرِّكُ الرَّمْلَ وَالْحَصَى مَعَ الْمَاءِ صُعُودًا وَهَبُوحًا عَلَى طُولِ الشَّاطِئِ. وَعِنْدَ انْجَسَارِ الْمَدِّ تَبْقَى النَّبَاتَاتُ وَالْحَيَوَانَاتُ مُعْرِضَةً لِلْهَوَاءِ وَعَظِيمَ الرِّيحِ وَالْمَطَرِ وَسَعِ السَّمْسِ. وَفِي الشَّوْاطِئِ الْعُطْيَةِ وَالْمَدَارِثِ تَجَابِهَ الْحَيَوَانَاتِ وَالنَّبَاتَاتِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْقُصْوَى بَرْدًا وَحَرًّا.



مَصَبَاتُ الْأَنْهَارِ

نَظَّمِي الْأَهْجَاءَ بِالْحَرْفِ تَصَانِئَهَا. وَفَدَّ تَشَادَعُ الطُّيُورِ الْخَرَّاجَاتِ
كَالْقَطَايِلِ الْأَحْمَرِ الشَّافِينَ (نَرْجِيَا نَوَاسِ)، سَائِرَةً عِزَّ الْمَيَاءِ
الصَّخْلَةِ نَحْشًا مِنْ الْعَدَاةِ فِي الرِّجْلِ بِمَسَافِرِهَا الطَّوِيلَةِ. وَمَعْصَاتُ
الْأَهْرِ كَبِيرَةُ الْأَعْيَةِ لِلطُّيُورِ الْمُهَاجِرَةِ تَبْنَاءَ - إِذْ إِنَّ
الْكَثِيرَ مِنْهَا يَتَقَعَّرُ شَلْلُهُ جَنْدًا لِلرَّاحَةِ وَالْإِعْتِنَاءِ.



أخطار تُهدّد الشواطئ

قد يعكس إنشاء الفنادق والمطارات، على الشواطئ، نهدياً لهذه الطبيعة لها، إذ إن الكثير من الطيور والرواحب التي تنوط (أو تعيش) قرب الشواطئ يرضها الضجيج والأنوار الساطعة. قالوا (السلامة البيئية) الصفحة الرأس كارتاً كارتاً) التي تعيد الشاطئ، في خربة زاكش اليونانية، لوضع البشر، فل بعدداه في المناطق الساحلية، مما اضطر حماة الطبيعة إلى حماية مواقع تعشيشها. كذلك تعرض الشواطئ للخطر من مكبات النفايات والفاقورات والجاري والإسكابات القليلة حولها.



فَرْجُ لِحَاةٍ ضَخْمَةٍ الرَّاسِ



الذِّبْدَانُ الغَزْوِيَّةُ



المرأة العقيمة
الزينة (تلمبا تويس) تحضر في
الزمن من الشاطئ الأوسط إلى
التياء الضخمة وهي تشبه الغياض
من فاع البحر بفتح ميم



الرَّمَالُ الْحَوَلَةُ

نحت ومال الشاطئ لتواجد كائنات كالديدان
والفحارات تحية من ذلك الأمواج ومن لحاف
لهواء عند انجراس المد، ويستضيئ الكثير من هذه
الحيوانات فترات الغدقاء من الرمال ومن ماء البحر.
كما تغطي الطحالب المتوهجة سطح الرمال أو
تطفو في الماء.

الشاطر: الأعلى

المناطق الشاطئية الصحريّة

تتمتع المناطق القاصية الصحريّة عادةً
باصناف الطحالب البحريّة النامية عليها،
والطحالب الخضراء تنمو على مقربة من أعلى
الشاطئ، وتتم الطحالب البنية على مقربة من
أسفله. وتعتبر حيوانات مختلفة في كل منطقة
سواءً لمدي إمكانيةها العيش خارج الماء.

لزيد من المعلومات الخطر

٢٣٦ الخط الساحل ص
 ٢٨١ الهجرة والإصابات ص
 ٢٨٦ التحقيقات ص
 ٣٨٨ الأنهر والبحيرات ص
 ٤٢٤ حقائق ومعلومات ص

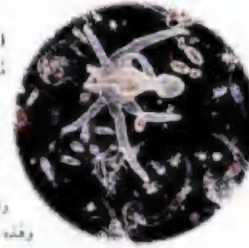
المحيطات

تُغطي المحيطات ما يقوَّى ٧٠٪ من سطح الأرض - وهي بذلك تُؤلِّف النظام البيئي الأعظم فيها، وتتواجد الأحياء في هذا النظام حتى عمق ٤ كم أو أكثر. وتزخر قيعان المحيطات بالمعدَّيات بقُصَل ما يتساقط إليها دوماً من فُتات الطعام ونُجُو الحيوانات وبقايا الكائنات المميتة من حيوان ونبات. وتتعدَّد أنواع المَواطِن في المحيطات من صحاري رملية وجبال ضخمة إلى شُعب مَرَجَانِيَّة وبياء مُفتوحة لمُختلف السَّيَّارات. والمحيطات لا تحوي الكثير جدًّا من الأنواع؛ فلا تتجاوز أنواع الكائنات فيها ٢٠٪ من مجموع الأنواع الحيَّة على الأرض - تسعة أعتارها تستوطن القيعان.



العوالق

تُعتبر السَّلاسل الغذائية السَّحيبية بُدأ بالعوالق البحريَّة في النُضاي السَّطحي. فالعوالق السَّطحيَّة، كالدينوفيتات (الطحالب الوحيدة الحليَّة) تُؤمِّد غذاء للعوالق الحيوانية (الحيوانات الدقيقة). وتُلتهم العوالق الحيوانية أعداداً كبيرة من بروتينات بعض الحيوانات كالقُرُفيس والسرطان. وهي تُؤمِّد غذاء لأنواع مُختلفة من الأسماك وقذرة الأسماك بذورها. تأكلها أسماك وثقوب بحريَّة أخرى.



المحيطات الأبدية الغنى
العوالق النباتية بفصل
توافر المُعدَّيات الضرورية
لعملية التمثيل الضوئي
كالمُفسفون والنُروجين
فيها
المحيطات مُشبَّهة
بعضها ببعض
تتمتلك الطحالب
البحريَّة المُعدَّة لنبات
نوع واحد من المُفصَّلات
على نطاق عالمي.

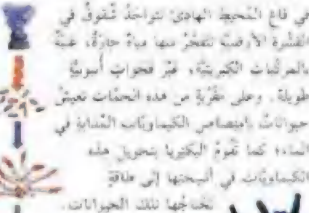
النُظُم السَّحيبية

هناك نوعان رئيسيان من المَواطِن السَّحيبية هما الماء السَّطح أي المَوطِن السَّحري، والسَّحري أو المَوطِن القاع. ويُقسم المَوطِن السَّحري إلى جُذء تَغطِّي أعماليه. في الماء الرائق يصل ضوء الشَّمس إلى عُقَم ١٠٠٠ م تقريباً. أمَّا في البياء السَّحيبية فقد لا يَبْلُغ البَتر. وهذا النُطاق الرقيق الذي تستطيع فيه النباتات القيام بعملية التخليق الضوئي. يُدعى النُطاق السَّطحي، وبياه سَطحاً. حتى عُقَم حوالي ٢٠٠٠ م. نطاق مُعْجَم قليل الضوء جداً أو عديمه. أمَّا نضاي الأعماق الغُورِيَّة في السَّحيبية فلها بَعد إلى أكثر من ٦٠٠٠ متر عُقَم.



كيمياء الأعماق

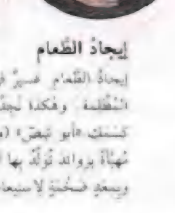
في قاع السَّحيبية الهادئ تتواجد شُقوق في القشرة الأرض تُنتج منها مياه حارة، غنيَّة بالعناصر الكيميائية. تُعتبر هذه المياه سَطحاً طويلاً. وعلى عُقَم من هذه السَّحبات تعيش حيوانات رابضات الكيمياء كانت السَّحبات في الماء كما تقوم البكتيريا بتحويل هذه الكيمياء إلى سَطحاً إلى سَطحاً. لهذا تُعتبر تلك الحيوانات.



حيوانات العُمر (فيلسوف كلودون) تُنتج
بالسَّحبات بحريَّة رئيسيَّة واستطاعتها
الغوص إلى عُقَم ١٠٠٠ م عن
الأقلَّ مُشَّاة عن فرنسا
وتُنتج في ذلك سَطح
سَطح والسَّطح (شونار)
بالبحريَّة السَّطح عن
الطعام في قاع الأعماق.

إيجاد الطعام

إيجاد الطعام عسير في أعماق السَّحيبية السَّطحيَّة. وفكده لجذء أسماك الأعماق، كسَمَك «أبو نَمَس» (ملايو تونج جونسون)، مُشَّاة بواند تُؤمِّد بها الأصوات تُجذب الفرائس، ويستحوذ سَطحاً لا سَطحاً أكثر كَثَر من الطعام استوعاب جبل إفريقيا.



تُعتبر قُرب عُقَم الأعماق الأيونوسف دياناً عملاً
إربطها بالكميَّة (تُنتج) قد يُنتج
طول الواحد منها ٣ أمتار



الشعاب المرجانية

الحاجز المرجاني العظيم في أستراليا هو الشعب المرجاني
الأخضر في العالم. وتحوي الشعاب المرجانية أنواعا
عديدة من الحياة البرية - رغم أنه لا تتوفر مغذيات
كثيرة في مياهها. فتنشيط الشعاب ليمد
تدوير هذه المغذيات سريعا جدا فلا يُهدر
مها شيء. ويتكيف غيش المرجانيات
على المياه المالحة الدافئة القليلة التي لا
تزيد غلظتها على 30م - حيث تصلها
والمرة من نور الشمس. وتتسوط أجسام
المرجانيات طحالب متنوعة تحتاج ضوء
الشمس لتخليق غذائها. والشعاب
المرجانية مهددة بالخطر والتهديد
وارتفاع مستويات البحار بسبب ظاهرة الاحتباس.



البيات الشعلة قرب القارات
تتأثر بالمغذيات المتوفرة من
التربة وتعمل العواصف على
فردج المياه رافعة المغذيات إلى
سطح الماء.



المرجانيات حيوانات
دقيقة تستشفي الغذاء
من الماء بلوايسر شقوقها.
وتتراكم هياكل
المرجانيات لتكوّن شعابا
أو رؤوس مرجانية.



يتلاقى الشعب المرجاني
بترامم هياكل المرجانيات
على آلاف الشبان.

يبرز من القارات تحت المحيطات شتّى من البرّ لدهي
الرؤوس. وتؤلف البيات الشعلة فوق هذا الرؤوس المنطقة تحت السطحية.

جاك إيف كوشو

استشهد الفرنسي جاك
كوشو (1910-1997)
بأستكشافاته تحت
الماء. ففي أوائل
الاربعينيات من القرن
العشرين طوّر دفة
الغوص (للتنفس تحت الماء)
بمساعدة المهندسين الفرنسيين إميل
جايون، فسمح ذلك للكثيرين على استكشاف
المحيطات - مما زاد كثيرا في تعاونا عن الحياة في
أعمالي البحار. كذلك ساعد كوشو في تطوير كاميرا
صغيرة للماء، وأنتج عدة أفلام تحسّر الحياة تحت
الماء - من بينها «العالم الغامض». وقد قام
كوشو بحملات مصافاة لأعداء التلويح
في القارة القطبية الجنوبية.



يجري شعلة صيد السمك في المياه
الشعلة على طريقة من خواتم القارات.



لبنات المحيطات

تعتبر الحيتان - أصخم حيوانات الأرض،
في المحيطات - حيث المدى المائي الشاسع
لحركاتها وقربها وحمل أجسامها الضخمة.
وتستطيع الحيتان، وهي من اللبونات، البقاء
تحت الماء لمدة ساعة تقريبا. وعندما تصعد
إلى سطح الماء للتنفس تتركز الهواء الشهيك
ويجاءه السحابة من مبخرين في أعلى
الراس بأبخاس نافورة، ثم يأخذ هواء عينا.

لمزيد من المعلومات انظر

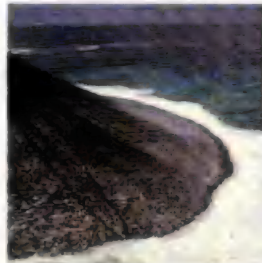
الكريت من ٤٥
البحار والمحيطات من ٢٣٤
الاستقصاءات الوحيدة المحلية من ٣١٤
قناتل البحر والشقائق البحرية
والترجانيات من ٣٢٠
الأسماك من ٣٢٦
الكنونات من ٣٣١
التحريك الموضوي من ٣٤٠
الاعتداء من ٣٤٣

أخطار تهديد المحيطات

أخطار تهديد النظم البيئية المحيطية هو
التلوث بالنفط وألفا البحار
والنفايات الصناعية. كذلك فإن التزايد
المستمر في أعمال ووسائل صيد
الأسماك والحيوانات وغيرها، نتيجة
لزيادة سكان العالم وكثرة الطلب على
المواد الغذائية. علا تهديد بقاء الأحياء المائية
ومصيرها - حتى إن الأسماك العذبة في
بعض المناطق. فالتلوث الكيميائي الذي يصب
على مدى ٦٠ كم قعر المحيط والنفايات
العذبة المستندقة في الصيد قلما تترك
للأسماك مخرالا للإفلات. لكن بعض البلدان
أخذت تهديد كتيبات الأسماك المستنوخ
ضيقها. وبعض هيئات الحماية تقترح
استخدام شبك واسعة القلوب تسمح للأسماك
الصغيرة بالإفلات لتكوين الجيل التالي.



الخفضت أعداد
سلك الزئبق
مشكل لأمم في
البحر سنة
الاحدية.

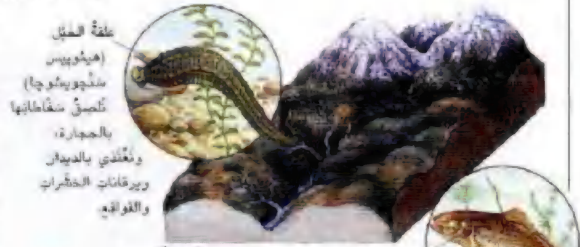


أسراب السمك

تتأثر الأسماك، كالأعترقي
استخدم كحارس قرب السطح
في المياه الضحلة. وهي
تسكن تحت الغطاء الصخرة من
الغذاء بالشاط خلابتها
الزحزحة الملل.

الأنهار والبحيرات

المياه الراكدة في البرك الصغيرة والبحيرات الضخمة، كما المياه الجارية في الجداول الجبلية والأنهار العريضة، كلها نظم بيئية من المياه العذبة. بعض هذه النظم موسمي التغير، وبعضها يتغير باستمرار. فالطقس والعوامل الطبيعية، كالساحات، تؤثر في كمية المياه في كل منطقة. فالأنهار تغير مجاريها، وبحيرات جديدة تتكون؛ وهذه قد تمتلئ بالمواد الغريبة المترسبة وتتحول إلى أرض جافة. وبعض هذه البرك والجداول النهرية لا تظهر إلا شتاء فتستوطنها جماعات بسيطة فقط. أما الأنهار والبحيرات الكبيرة فتضم مجموعات حيائية معقدة شامت وتطورت على مدى مئات السنين.



غلة القيل (هيدروبوس شلجويكوجا) تلتصق بقاعها بالمجار، وتغذي بالديدان ويرقات الحشرات والغواص.

خيلون جبلي سريع

الزئبق النقي

(سالمونوتا) لفتل

البركة الباردة الوفيرة

الأكسجين. وهي سباحة ماهرة تستطيق

الشجاعة ضد التيارات القوية.

الزئبق النقي

تضع بيضها فوق

البيضة لكثير من بيضاتها

(المواري) تنقل في

الماء حتى تتحول إلى

خضراء بالغة.

الزئبق الأسفري الأوروبي (البيدو انيس)

يتمش في بحيرة بصفاء المياه. ويغوص في

الماء قرابة ١٠٠ مرة يوميا لإصطياد السمك.



تؤلف ثلثه لسان
الحل المائية (البرما)
بنتاجو أكونيك)
نقطة للطيور. إذ
تشكل على طول وادي تقريباً.



لؤلؤ مني سريع



لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

الأنهار المدايرة

يعيش تساح الكثير الأنهر (ميلانوسوفس نجر) في نهر الامارون بأرمينيا الجنوبية. وهو الأقدم في العالم، إذ يبلغ عمره ١٠٠٠ سنة. من الأسماك حتى الحيتان الزرقاء. لكنه الآن معرض للانقراض بفعل وسائل الصيد البشري التي تلاحقه.



لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

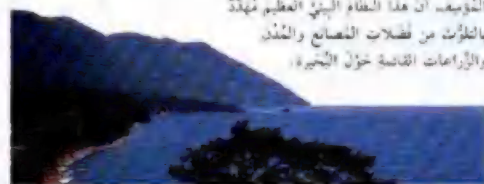
لؤلؤ مني سريع

لؤلؤ مني سريع

تعدو القنبا العريضة الزرق (نقطة لانيغوليا) إلى أكثر من مئتين - فلا يتسببها ارتفاع منسوب الماء.

بحيرة الأرقام القياسية

بحيرة بيكال، بروسيا، هي أقدم وأعمق بحيرة مياه عذبة في العالم، إذ يبلغ عمقها ١٦٦٠ م. وتتجاوز مساحتها ٣٥ مليون سية. وتضم البحيرة أكثر من ١٠٠٠ نوع من الحيوانات غير المعروفة في أي مكان آخر في العالم. ومن الشواهد أن هذا النظام البيئي المعقد مهدد بالخطر من فضلات المصانع والمخلفات والزراعات القائمة حول البحيرة.



لؤلؤ مني سريع
الأنهار لتحتوي
التياء وتوليد
الكهرباء أو لبيع
الغرضيات. وقد
تعدو القنبا
والأراضي الزراعية
والبحيرات المتكورة.



أخطار تهدد الأنهار

إنشاء السدود غير الأنهار يكون بحيرات ضخمة تغير طبيعة النهر. وتوفر البحيرات المتكورة توطناً بيئياً جديداً للأسماك، لكنها تضر تصاحب حياة لبعض الحيوانات والنباتات الأخرى. كذلك، فإن السدود - كسد أسوان غير نهر النيل، بمصر - توقف تدفق الطمي على امتداد النهر. وكان القطر فيما مضى يمدد الأراضي الزراعية ويخصب التربة.

تزايد من المعلومات
التجوية والساحات من ٢٣٠
الأنهار من ٢٣٣
الديدان من ٢٢١
النباتات من ٢٢٢
الأسماك من ٢٢٢
الأزواج من ٢٣٠
السلاسل والسكانات الغذائية من ٢٣٧

المناطق الرطبة

تُغطي المناطق الرطبة - من المنافع العشبية والسبخات الحثية والمناض الغليظة، الغدبة أو المالحة المياه - قرابة ٦٪ من سطح الأرض. وتؤلف على اختلافها بعضاً من أغنى النظم البيئية في العالم. فهي الأكثر إنتاجاً للمواد النباتية بين تلك النظم، وتتوسطها مجموعات متنوعة من صغار المبرونات ومن الطيور والحشرات والأفاريات الأخرى. وتقتصد أسراب الطير المختلفة للتغيش حيث الأعداء قليلة فيها، فالضواري الكبيرة تعوض في تربتها الرخوة وتتغطل حركتها. وبسبب تغيّر مستويات الماء في

المواسم المختلفة ينبغي للأحياء البرية، هنا، التأقلم للعيش في ظروف الرطوبة والجفاف السائدة.

أبل المناطق (سيناتجا)

أبل المناطق (تريبيلاوس)
سبيكي، الإفريقي دو
اطلاب شاطئ لا
تعوض في الأراضي
المنخفضة. وهو سباح
ماهر، وبماكانه إذا داهمة
الخطر، القفز في الماء فلا
يظهر منه إلا طرف أليه للنفس.



خروف البقر لثوب مائي الغيش
ينتفخ الهواء، وقد يبقى تحت الماء
قرابة ١٥ دقيقة قبل أن يظهر للنفس.



اسماك ملصقة (مسلقة)
الزرق، تقفل بينها
نجدات شجرية

عازة اجرة قدم
(تاكشودوم بريشديكوم)



المنظر الأعوراني (المنجأ المنجأ) يغوص
في الماء لصيد السمك، ثم يكتم بضف
مفتوح الخناجر ليحفظها في الشف.

شجر القرام (المعروف)
في منطقة شاطئية



تظهر فراشة الزرد (هليكونيس)
تشاريتونيس) ببطء باجتماعها
الطويلة الضيقة، وتتجلف
جماعات كبيرة منها ليلاً فوق
الضاليج الجوزية.

بنمو ضلوز المناطق (بنتوس)
إلويوني) والتخيل المسن الشف
(برنوا) ريفز) على المرتفعات.



شكاسيل الماء (الشكاسيلودون)
بيشيفورس) خبث أمريكية
سافة تصعد ليلاً.



سمك أبو مقار
(البيشيفورس)
أوشيفورس) ذو خيلسيم للنفس
تحت الماء، لكنه يستطيع أيضاً
تنفس الهواء إذا جفت المياه.



السمك الأمريكي (البيشيفور)
السببي) كثر الروافف في
أفريقيا الشمالية وأعلاما حوازي
- نقي الربيع تبار الذكور عاكس
للجفاف الإناث.

سبخات فلوريدا الحرجية (الإفريجليدز)

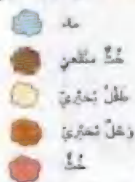
في القرب الجنوبي من ولاية فلوريدا بالولايات المتحدة، توجد منطقة شاسعة (حوالي ١٣٠٠ كم^٢) من سبخات الجراج الشروية تتوسطها أنواع نادرة كخروف البحر (تريكيوس ماناس) والكزخر (فيلس كرنكولر كوري). وهي الآن منقذة فوضاً لكنها مهددة بالكيماويات الزراعية والتجفيف والتلوث والسياحة - فالقوارب السريعة تقتل أكثر من ١٠٠ خروف بحري سنوياً.

شجر القرام (المعروف)

أكثر الأشجار شيوعاً في منافع المياه الغدبة أو المالحة الاستوائية هي أشجار القرام (المعروف). فهي تستطيع العيش في الرخوي الشديدة بالماء، بفضل مناسم النفس في جذورها. وبعض القرام ذو جذور هوائية (فوق الماء) تحبلى على الأكسجين. وينمو القرام الأحمر (ريزوفورا مانجل) في السبخات الساحلية ومصبات الأنهر، فبمجمها من العواصف وأمواج المد.



قليل الزمر اللوني



مثل على التعاقب البيئي

قد تكون السبخة الحثية، حيث ترزخ البحيرة بالزحل والنباتات كما يلي: (١) مياه البحيرة سائلة والزحل في القاع: (٢) يتجمع الزحل حول جذور النباتات: (٣) نمو النباتات الحزائية وتراكم رواسب من الحث: (٤) تزول البحيرة ويبقى مكانها ثمة من الحث.

لزيد من المعلومات انظر

الشخص من ١٢٧
الروافف من ٣٣٠
النباتات من ٣٣٤
التلال الحزائية من ٣٧٠
الحياة البرية في خطر من ٣٩٨

الصحاري

الصحاري أكثر المناطق جفافاً على الأرض، إذ يقل معدل المطر السنوي في معظمها عن ١٠ سم؛ وقد تُحسب الأمطار في بعضها تماماً مدى عدة سنوات. والصحاري في غالبيتها حارة بحيث إن ما يتحدر من مائها إلى الهواء أكثر مما يسقط عليها من مطر. وتجاوب النباتات الصحراوية هذه الظروف بجلود غائرة أو واسعة الانتشار، إضافة إلى قشور لحائية عاسية وأوراق صغيرة أو شوكية ووسائل خاصة أخرى لاحتزان الماء. أما الحيوانات الصحراوية فالكثير منها لا يشرب مائتها بما في طعامه من ماء. ونتيجة لقلّة أنواع النبات والحيوان في الصحاري فإن الثروة شحيحة التروّد بالمُخصّيات من فصائل الكائنات الحيّة وبقيائها؛ كما إن هذا القليل من المُغذّيات يستغرق وقتاً طويلاً لإعادة تدويره في النظام البيئي.



الصحراء في النهار

درجات الحرارة، نهاراً، في الصحاري الحارة، قد ترتد على ٥٠°س؛ وقد تبلغ درجة حرارة الرُّمل السطحي فيها ٩٠°س. لذا تلجأ معظم الحيوانات إلى جحورها أو تستظل تحت الصخور حيث الهواء أبرد وأرطب. والنساء في معظم نباتات الصحاري تغلق ثفلها خلال النهار للحد من فقد الماء، وبعض هذه النباتات ذو أوراق شعرية تعكس ضوء الشمس القوي.



أدنا نعلب الفت (فليس دزدا) الكبيرتان شاعداً في سماع صوت الحفنة حركة لغريسة في الجوار. كما تعمل الأندلس على تربية العلب بانبعاثها الحرارة كشفاً.



الغزل الفري (فليس غلرويس) يخرج للصيد ليلاً وهو سريع العدو يفتش الحيوانات الصغيرة دون أن تلجأ في جحورها.

الطؤز المقارب

الحيوانات التي تعيش في مواطن بيئية مُتأصلة في الحاد تختلف من العالم غالباً ما تكون مُتشابهة - كما هي الحال في العلب الفري - بأمريكا الشماليّة وغالب الفلك في إفريقيا. لذلك لا يكاد اثنان يفتك لبعض في نفس بيئ من السطح نفسه - حيث الظروف البيئية مُتساوية - فلا غربة أن يكون الطؤز مُتقارباً.

عجلة الشّوكلا (شورولفس أوبس) تنسج صمغاً حشّ شاماً وتنسج فتيلها بقشاً من الزهر أو إشار أو إبروز تكبد.



الجزائر الففريّة (ديوتونوس) ورازي) تمشل على كفايتها من الماء من التروّد التي تاكلها، وهي تحمل البروز إلى جحورها في جليوبها المُتدلة.

بشلس رجليه المفلتتين الغريتين يستغنى الأرتم الأمريكي الاسود الشيل (فليس كاليفورنيشس) الفطر المُتدلة من الضلج بالمرحلات قد تتلف ٦٦ كم/ساعة.



الشمع المُجانب

العديد من أقاصي الصحاري الرملية تشهد الأممي الجانبية الشمع (بشلس برنجوي)، تنقل بقلب نسها فوق الرُّمل في شجائب قوبية شجائية (على شكل حكة) لا انامية. ويزن هذا الشمع من الإبلان في أن جزي من طلق من جسم الأممي للامسان شفع الرُّمل الحار أن مرء؛ كما إن سعة الطؤز هنا يتجلى من غير التمثل أن غرس الأممي في الرُّمل الرُّم.

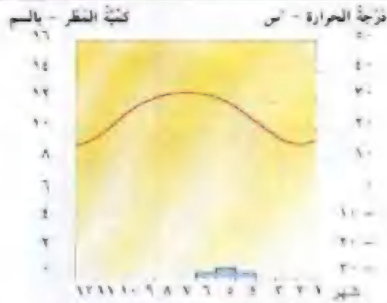


صهاريج التخزين

تجاوب النباتات والحيوانات الصحراوية ضرورة التكيف للعيش في قترات جفاف طويلة. فبعض الحيوانات تحتزن الماء في أنسجة جسمه - وهذا الدهن يمكن تخزينه لتوفير الطاقة والماء عند الحاجة.

يشترز يشع هيل (فولويوما شنيكند) الشق في ذيله الغليظ ليتشبع به على تهاجر القاربان الغصينة.

الجمل العربي الأحادي الشقام (كبلوس سرومنايوس) يُستَخدم للشحون استيعاب دول ماء وهو قد يبلرث قرابة ١١٤ لتر من الماء في سلقاً واحد. يفتك البناك لشعل مائه غار الأوراق؛ لذا فإن أنواع الششار كالفليلاريا ابولونيانا، لا تحمل أورواق، بل الشواك شحمها من أن توفيق. ويشترز الششار الماء في شحوبه الغليظة.



المتغيرات الشهرية لدرجات الحرارة وكمية المطر في أسوان، بصر

الصحراء

تقع الصحاري الكبرى على طرفي من خط الاستواء، وهي حارة جافة على مدار السنة - لأن الرياح التي تهب فوقها لا تعوي إلا القليل جدًا من الرطوبة. أما صحاري المناطق الباردة في العالم كصحراء تيموري في آسيا الوسطى، فهي حارة صيفًا وباردة شتاءً. كذلك توجد الصحاري في تيارات الجبال العالية، كصحراء أنديكا في أمريكا الجنوبية.

الصحراء الكبريتونية (الآزيا تروبيكتانا) تتشقق شقوقًا عميقة تقريبا لأر جفود الواسعة منها تتصلب كحجر ما في القاري حولها من كفتيات وماء.

وتن الصحراء، يقسم القليل شتاء تحت سيطرة لكثرة الشمس في النهار.



التصحر (امتداد الصحاري)

امتداد الصحاري خطر يهدد كوكبنا الشراية السكان وسكان النجوم المتواجدة للصحاري مسؤولون جزئيًا عن ذلك. فالزحف المتفرقة وقطع الشجر لاحتساب البناء تحيلان الأرض إلى صحاري وتسميها في عمليات التصحر. وتتخذ هذه الشكيلة خطاطية في المناطق التي تحبس عنها المطر عدة سنين.

لزيادة من المعلومات انظر

- البيئة الحرارية ص ١٢
- الصحراء ص ٢٤٤
- التصحر (التلويح بالنباتات الصحراوية) ص ٢٠٨
- نظام النقل في البيئات ص ٣٢١
- البيئة ص ٣٥٦

الصحراء في الليل

تهدد درجة الحرارة في الصحراء ليلاً ويهدد الهواء أكثر رطوبة - فيخرج الكثير من الحيوانات للصيد، وتندثر الحيات في الصحراء وتشتط. لكن الطعام لم يخب. والكثير من الياحبات غداً، كالعناكب والغبار، مائة جدًا. وإذا التفت بمرساة مائية، فإنها تنظر عليها بالسرعة الممكنة ولا تترك لها فرصة للإفلات.

شجر أو شجيرة، الشجر (كثيرة) تسمى في نباتات الشجر - حيث تكون فراخها في حاض من الإغذاء بفعل أشواكها الحادة.

الثوب القرمزي (ميكروتن) فريدني، اصغر النور في العالم، تتحرك مهلاً في تباين، يهدد بها غلاف الضرب في خدوع الشجر.

الشجر الشجيرة (سبيروجيل) جيلينوس ذو الحاد غطاطي كليب وهو يتحرك الماء غير شباك واسعة الانتشار من القصور الصفراء.

الطيراني الأبيض (سبيروجيل) بورتونوس) يمشي ليلاً، في الغالب، في طلب الحيوانات الصغيرة والمفوض والمضرب والمطار.



وتيلو الشجيرة (الوولفيا) كركوس) تتحرك سائفة تنفر في حلوها مهلاً.

غلابية الغرب الجرفلية (ميكروتن) فريدني، وهي شجيرة ليلاً فقط، وهي تتحرك «رفوشا» ضلبي في قدامها الخلفية كخطر القصور.

حالة الواحة تتشده شجيرة مطير يتخذ عدة كيلومترات واحدة.

سطح الأرض صخر شجيرة بلما.

الواحات

في بطنه أماني من الصحراء ينسحب الماء عبر الأرض فيكون متعقلاً رقاً. حيث ينحدر نحو الساعات، تدعى واحدة الواحات مراكز حيوية للحيوانات والقواقي التي تنم الصحراء. ومصدر مياه الواحة هو الصخور الشائعة بالماء على مقربة من سطح الأرض. وهذه المياه قد تكون تساقطت مطراً على بعد عدة كيلومترات، ثم سرّبت إلى الواحة عبر الصخور تحت الصحراء. لكن لو جاب قد لا توم طويلاً، فقد نجحت مياهها أو تطيرها قدام الرمال. وعلى الناس والحيوانات، حيث، الانتقال إلى مكان آخر.



السُّهُوبُ الْمَرْجِيَّةُ الطَّبِيعِيَّةُ

المناطق الفقيرة التربة والشديدة جفاف المناخ يقتصر النماء النباتي فيها على الأعشاب وبعض الحنات والشجر، وتُدعى سهوياً معيبة.

وتؤلف الأعشاب بإديات الكثير من السلاسل العذائية؛ وهي،
بجلاف الشجر، تتحول قُصَم العائيات لأنها تنمو من القاعدة لا من
الأطراف. وكلما قُصمت يتسَّع نموها
وتزايِد. كذلك فإن الأعشاب سُرعان ما
تُسَّعِد حيويَّتها وانتشارها بعد الحرائق

الكثيرة الحدوث في هذا النظام

البيشي، وتُضطرُّ حيواناتُ

الشُّهُوبُ فِي مَوَاسِمِ الْجُفَافِ

أو البُرد إلى الارتحال

مَسَافَاتٍ طَوِيلَةً فِي ظَلَبٍ

كِفَايَتِهَا مِنَ الْمَاءِ

والطَّعَامُ

العشرون

الذراف (جیرافا)

كاملو يارداليس (تغندي)
ياوراق المشمش

امطار عن سطح الارض.



طَعَامٌ لِلْجَمِيعِ

الشهوت الغشبية في المناطق القنارية يشرق إفريقيا تدعى الشثان. وقها
يعيش أكثر من ٤٠ نوعاً من الرأيات البنية تنقسم الغداء. ويتوافر عادة ما
يكني من الرعي تلك الحيوانات - إذ أن مختلف الأنواع تختلف في مختلف
أجزاء الأعشاب والحبوب والشجر. فحشر الزرد، مثلاً، ناكل رؤوس
السوق الغشبية ونباتات الرعي تأكل أوراقها وغزلان طومسون ناكل أسافلها
والزرافة طلاء الذئب الصغيرة على الجسبات الحظيصة؛ في حين تغذي
الزرافة بأوراق وعسلج الشجر العالية.

سَابِقُ الْمَوْتِ تَأْكُلُ ثَوَابَهُ الْخَشْيَةِ
الْمُؤَلَّفَةِ وَهِيَ تَعْقِبُهُ فِي
حَوَالِي ٩٥ بِالنِّسْبَةِ
مِنْ جَنَانِهَا عَلَى
الْأَعْيُنِ

تَغْدِي غَزَلًا شَوْشُونَ (جَارِلًا)
شَوْشُونِي بِفُرُوعِ الْغَشَبِ
الطَّرِيقَةِ وَالْبُزُورِ الْغَنِيِّ
بِالْثَرَاتِ عَزْ
شَمْسُ سَطَحِ
الْأَرْضِ



ظِلَاءُ الدَّقِيقِ الصَّغِيرَةِ مُقِيمٌ

أوراق الخشب المطبوعة

بخاضة فروع المشيط العنبرية.

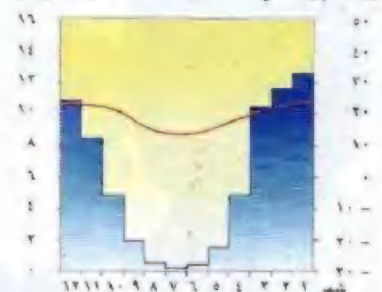
حَقَرُ الزُّرْدِ مَقْنَنِي مَرْوُوسُ

الاعتماد القاسية الحسنة.

وَمِنْهُمْ الْقَوْمُ الْخَاسِرُونَ

المعدل الشهري للرياح الحرارة وكمية المطر في هارار، ومباوي (روديسيا سابقاً)

درجة الحرارة - $t^{\circ}\text{C}$ كمية المطر - بالسم



المناخ

السهوب المدارية دافئة على مدار السنة، لكن فصل الصيف جاف طويل. أما سهوب المناطق المعتدلة فتتأثرها بآراء جلاء مع ثوابت ضئيلة قاسية، وعينها حار جاف، وبيوت السهول أعلاه متاخمة مدينة في السهوب المدارية.

الضَّوَارِي

أعداد كبيرة من العائلات في الشفا
الاقربية تلجأ لفراس أصناف مختلفة من
الغوري. ويترجم كجاء إلى فران
المفضلة بعا لأسوء في القيد. فالقود
تستعمل طليقة الغزال يشرحات وألعد
4000/ ما تقربا قصير. وألعد لا
تلجأ هذه الشرة، إذا فإنها تحاول الإزاح
من القرية ما أمكن، وهي قوية وتعاقد
جاعات، فيكتنحها قتل حيوانا كابر
تكتل التو. والضياع أيضا تفتقد
جاعات، ولكن أكثر ما تقتله لا يتجاوز
عادة حماز الأكر.



الشهوب المُعشبة الآسيوية

تمتدُّ الشهوب المُعشبة (التيبس) عبرَ أوابط آسيا - من أوروبا إلى الصين. وفي الماضي كانت تحوِّث هذه الشهوب قطعاناً كبيرة من الحيوانات الرُاعية، كالبيرون (بيرون بوناشس) وقلبي الشفا (شفا زرتانكا)، فخصب أعشابها فتُنتج لها الشجند، وتُدس بُروها فتُفراها في الأرض. الشبن وتُنتج، كما تُخصب بُرثها برؤيها وقضائها، لكل الطيد والزوايح والاسيزراخ قُصت على مُعظم هذه الحيوانات. وجدبِر بالذبح أن يُلد الشفا أهداً في الكأثر بفضل تدابير الحماية المُطَبَّعة حالياً.



المراد أرض يتنقونها (توليكيريس) يتاجوناً تعيش جماعات قد يبلغ عددها 10 في الجُحر الواحد. وهي تستلغ الغرب من الشطر بلفزان غربية، تَقَارَت واجتلتها الرُبع، يمشي رُجلها المثلثتين الطويلتين.

الشجيرات

في شهوب (التيبس) بأمريكا الجنوبية، تعيش أعداداً ضخمة من الثدييات الصغيرة تحت الأرض في ماكن من حُط الحرائق والفُساري. وهذه الشجيرات تُسهم في مزج طبقات التربة فلا تُتراكم



الشجيرات التيبس في أمريكا الجنوبية

المعادن على السطح، مما يُعني التربة بالشجيرات ويُحرز نمو الأعشاب والنباتات الأخرى. وفي شهوب البريري بأمريكا الشمالية، تعيش السناجب الأرضية (من نوع سايلويس) المعروفة بـكلاب التروخ في جماعات ضخمة حيث تُسوطن كابلية مُتعددة شبكة الشجور. وهي تُسكن ما تُعني الخفيض، كابل المنطقة حول الجُحور يُتَين تحركات الأعداء نحوها متشوقة للروية.



أخطار تهتد الشهوب المُشبية

عُطش الشد عدد الحيوانات الرُاعية ومُتراجعتها، في الشهوب المُشبية، إلى حد بعيد. حتى في مناطق الحُط لا يزال الناس يصطادون حُلوسة بدون ترخيص، ونتيجة لذلك فقد قُل جلال الثلاثين سنة الماضية ما لا يُقل 80 بالمئة من الكُرُكُذات في العالم. ويقوم حُط الصيد في كينيا وبوها، بتعقب الصيادين المُخالفين، ويُتَيدون أحياناً حيواناتهم اصطيدت بصور غير قانونية.

أعشاش الأرض (الشمل الأبيض)، في شملها، تسوي اندفاً وخُفَرات وأحياناً وسائل لتكثيف الهواء.



تتبع القمامات (كافيا ليريا) تحت ضخور أو في جُحور حفرتها حيوانات أخرى. وهي قوارض بُزُف من نوع جُزُير الهند.

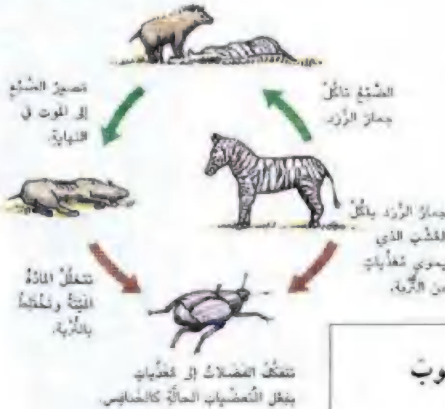
الأرض (الشمل الأبيض)

الأرض من عوامل الانحلال الأساسية في الشهوب المُشبية، فهي تأكل المواد المُتَنة أو تَقطها إلى داخل أعشاشها الرُجحية الطويلة لاستخدامها قُصاً (حليط) تُسجد للقطر التي تُشبهها لتُفقد بها، وقد يُعلو الشمل الرُجحي لبعض أنواع الأرض 3.8م ويسنوت قرابة 20 مليون أرضية.

تحلُ الشكاشك (لاجوشوشس سكسينس) شبيكات بسخمة من الأنفاق بارئها الأعمى القوة، وتستطيع قُلُ المُخربن أثناء الحُط قُطع التراب من الشُخول فيهما. وهي تُنزع ليلاً مُتأكل الأعشاب والنباتات الأخرى.

جورج وجوي أدسون

عُولَ قِيم العُبد البريطاني جورج أدسون (1906-1989)، وزوجته جوي (1910-1980) على حماية الحياة البرية والعناية بها في كينيا. بآفريقية. وكانت الزوجة تهتم بالأسود بصورة خاصة. وقد اشتهرت برية التوبة إنسا كجزوة ثم أعادتها إلى الحياة البرية. وقد أخرجت قُصاً إنسا فيلدا سيندا عام 1960. يتوان وتُتد خُرة. وللاسف، قُتل جورج وجوي أدسون عُبد في كينيا.



قوة المُعشبات

يُتَدي الكثير من الحيوانات والمُتراجعة والمُطَر، في الشهوب المُشبية، بالنباتات أو الحيوانات المُتَين أو برؤ الحيوانات. فُصع بعض هذه المُعشبات جُزاً من أجسام الحالات وتُصير بقُصها في أحر الأمر إلى إعصاب التربة. وهكذا فُتة لا يُصع شفا، بل تدور المُعشبات في حُلقة مُتواصلة.

لمزيد من المعلومات انظر

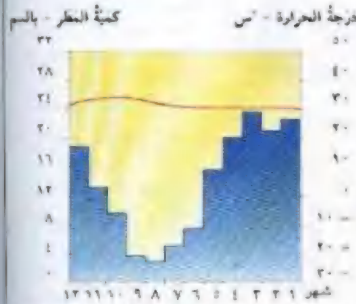
الشاخ ص 244
التغذية ص 242
التفهم ص 315
التشليل والشكات الغذائية ص 377
الهجرة والإنجاب ص 381

الغابات المطيرة الاستوائية

الأنظمة البيئية في الغابات المطيرة المدارية تضم أكثر من نصف أنواع الحيوانات والنباتات في العالم، رغم أن ما تغطيه هذه الأنظمة يقل عن ١٠٪ من مساحة اليابسة. تتم هذه الغابات في المناطق القريبة من خط الاستواء في أمريكا الجنوبية وإفريقية وآسيا وأستراليا. وهي تزخر بالحياة لتوافر الظروف الملائمة لازدهار الكائنات الحية - من رطوبة ودفء وضوء شمس ساطع من فوقها. أشجار هذه الجراج تنمو بسرعة، وتبلغ ارتفاعات عالية في تنافسها للحصول على أكبر كمية ممكنة من نور الشمس.



الغابات المطيرة المدارية الرئيسية في العالم
الغابات الحطائية (مافريقيا هاريجا)، الكثر الكوارس في العالم، تغطي فوق تلك الشجر المتشابهة بكثا من الشعابين والدانات القضا.



الشغلل الشهورى لدرجات الحرارة وكمية المطر في مانوس، بالبرازيل

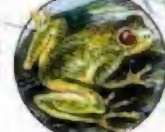
الشاخ
الغابات المطيرة ذاتة على مدار السنة، وتتراوح درجات الحرارة فيها بين حوالي ٢٠ و ٢٨ °س. ومناشها هو الأكثر رطوبة بين مختلف الأنظمة البيئية، إذ تهطل فيها الأمطار قبل يوم تقريباً، ويبلغ معدل المطر الشهري فيها ٢٨٠ ملم.



نظام بيئي صغير
البروفياتيات نباتات تعيش على أشعان الشجرة ويخضع الماء فيها بركبات تولف نظاماً بيئاً صغيراً يترك فيه الزرق الشعن وزرق الحيوانات غذاء للبكتيريا والخشرات التي تغزو بذورها غذاء للحيوانات الصغيرة.

الشعابين الغشائية (من نوع البقلم) تستخدم انزيمات في قشور الأغصان.

أصالة الطيور الخضراء (كجوراس كاليبس)



في الشفة الشفوية، تنقلو النباتات المغرسة والقشقة حول لشجر والجنيات.

لمودة الجفوز الزرقية (بانثرا أوتكا) لمودة اثنا لشبهه غرائسة كالأجوتيات والبقراري الخشوية.

لشعبي الفطريات العيش على أرضية الغابة لأنها لا تحتاج الضوء لتخليق غذائها.



رعاية الغابات

تلوهم هذه العائلة في الغابات المطيرة البرازيلية بعض السلال من مواد طبيعية. لقد علق سكان الغابات آلات السنين في ونام مع البنية، يزرعون ثريتا من الزروع في سياحات صغيرة يتدولها بعد وضع سوات تاركين الثرة إترناح ونسعيد شخصيتها. وبذلك يحصلون على الفائدة القصوى من الشعبات.

الغابات القضا (تراجيبوس تراجيبكليس) تنقل وتتقل وتناك قضا، راسا مع غلب، بالغان الشجر كستفنة مغالبها الطويلة الشفافية.

الطبيقات الأحيائية

الأحياء البرية في الغابات المطيرة الأمازونية تعيش على شجيرات متشابكة، متعلها بعض على نقرية من ذرى الشجر في الخلاء، حيث تتوافر كثبات ضوء الشمس والدفء والقاعام. ويتضائل نقر الحياة البرية في الطبقات الأدنى الأعم والأبرد تحت الظلة. أما الحيوانات الكثرى فتعيش على أرض الغابة.

نزارح شعوب القمل الغلظنة البقاري الحشرية (من الغابة في طواير من حوالي نوع قلمو) تغذي بالنباتات على جافة الغابة.



البقاري (من نوع داسي يركتا)

التنقل في الغابة

حيوانات الغابات المطيرة مهيأة بميزات خاصة تمكنها على التنقل بين الشجر - فالطيور ذات أجنحة عريضة قصيرة تمكنها من الانعطاف والموران بين الأغصان. وبعض الحيوانات مجهزة بميلاب جلدية تسيطر كالاحتبة فتتمكن من الانزلاق سراعاً من غصن لآخر. وتستخدم السعادين أقدامها لتسلق، وبعضها يقبض الأغصان أيضاً بملء الصمغ للقبض كانه يداً إضافية.



طائر القردوس

يمتلك طائر القردوس الزاجاني (براديريا راجيانا) في الغابات المطيرة في بابوا (نيو غينيا الجديدة). وهو ذو جناحين قصيرين للطيران بين الشجر. وقد تمثّل في نفس الأغصان. وباستطاعة الذكور قائلتها، كما التماثل من غصن لآخر. ولذا على غصن. لا احتجاب ولا الانزلاق.



السحلية (الأورالغوتان)

يتنقل السحلية (توتو جيمابوس) بسرعة كبيرة بين الشجر بقبض ذراعيه الطويلتين وأصابعه القوية. وهو يعيش في الغابات المطيرة في تونزو وسونقرا، والفلقة «أورالغوتان» كلمة ماليزية تعني «إنسان الغابات».

الوزغة الطائرة

تعيش الوزغة الطائرة (ليكوزوت تهيلى) في الغابات المطيرة المدارية. ولقبول القنات المنتشرة على طول جانبي جسمها وقبضها وأرجلها تمكنها الانزلاق سراعاً من شجرة إلى أخرى. كما إن هذه القنات تسوقها وهي جالسة على لحاء الشجر. والوزغة مزودة بتحاتب حادّة وخيوط غروشفية في أقدامها تساعد على الالتصاق بتدوير الشجر الرقيقة.



أخطار تهدد الغابات المطيرة

لقد دُفّر أكثر من نصف الغابات المطيرة في العالم منذ العام ١٩٤٥. وأدى ذلك إلى انقراض مئات الأنواع من الحيوانات والنباتات. ويهدد الحرائق مغلغل هذه التنوع حالاً بيساحة ملعب لكرة القدم كل ثانية! والأخطار الرئيسية التي تهدد هذه الغابات حالياً قسرها فاطعو الأشجار لمخمس، ومخس الحراج للزراعة وإنشاء المزارع أو لزراعة المواشي أو لتفتيق عن القوط والتعاند.

الدور في

الغابات المطيرة

الماء والأكسجين والمعادن والتغذيات تُسرّع في الشجر. وتسبب الذكور والرطوبة. أساساً في الغابات المطيرة المدارية. يُعدّ تدوير المغذيات من التربة بسرعة إلى الفلدة بواسطة الشجر. وهذا يعني أن التربة تبقى فقيرة لا تصلح للزراعة.

يؤخذ الأكسجين أثناء التنفس ويُقوّط أثناء التحليل الصوتي كما تُلَقَّط ثاني أكسيد الكربون أثناء التنفس ويُؤخذ أثناء التحليل الصوتي.

لتنقل الدورات والحيوانات الميزة إلى الأرض.

التربة والماء في التربة تُكسَد الميزة الميتة. فيسبب الشجر القديم منها. غير خدوره. ويسببها ليش.



دراسة الغابات المطيرة

بحيث آلات من الأنواع الحيوانية والسائلة في الغابات المطيرة ولا يتركز التعلّم عنها فيها. لكنّ الباحثين مُتَكَوّن على دراستها حالياً. مُستلخمين مُعدّات التسلق الحديثة ليجلوا إلى قوَى التسلق بها. كما يُتَوَمَد بِشَرَف مُتَرَات حادثة بين الشجر.



رئات كوكب الأرض

توصف الغابات المطيرة أحياناً بأنها رئات كوكب الأرض. فالباحثون السابعة منها، لهذه الغابة في ماليزيا. تأخذ من الهواء كميّات ضخمة من ثاني أكسيد الكربون وتعيد إليه كميّات كبيرة من الأكسجين والماء أثناء التحليل الصوتي. وقد يُؤكّد في شاح الأرض يكاملها.

لمزيد من المعلومات انظر

الشيخ	٢٤٤
التحليل الصوتي	٣٤٠
عالم القل في الشات	٣٤١
قدرات في الملاف الحيوي	٣٧٢
المزج والتشويه	٣٨٠
الحياة البرية في خطر	٣٩٨

غابات المنطقة المعتدلة



شصالب الشفار
(لوشيا كيرفيسوس)
ينمتش من قشع الكوار
الصنوبر يمتد
إلى قاع التردود
بماجلها.



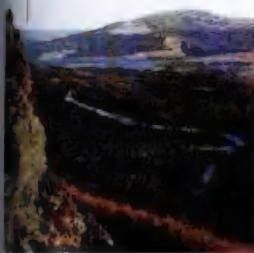
المنز الحامض يوزو
سلفا على الشفوسات
فشفط أوراقها الأبرية.

الغابات الصنوبرية

تلقب تواجذ الصنوبريات في المناخ البارد. والأشجار لا تستطيع شطف الماء من التربة المتجمدة في الشتاء. لكن أوراقها الأبرية التي فقدت الماء من الأوراق الشطحية العريضة. لذا تظل الصنوبريات حادة المظهر على مدار السنة. كما إن الشكل المخروطي. للكتير من الصنوبريات، يجعل الثلج يزل من أغصانها. ويحميها خطر القطع تحت ثقل الثلج المتراكم.

أخطار تهدد الغابات

لقد آحست غابات عديدة في المنطقة المعتدلة لإنشاء المزارع والبيوت. وكتيرا ما تُستوردة الصنوبريات من بلدان مختلفة ليحل محل الغابات القريبة الزرق. لأن الصنوبريات أسرع نمواً ويولدونها المستعملة إسر للشرى الواحة خشية. لكن الأحياء البرية في الغالب لا تستطيع العيش على الأشجار الجديدة.



غزارع
صنوبريات من
جفس باليسا
(الرائحة)
والأشجار
(الأبرية) في
سكندا

الشصالب الزمادية
(سكوتوس)
كارولينا (سكوتوس)
شمار البأوط طامعا للشتاء.
وهي بطيعة الحال. فشفط يغضها
فتنتش وتنشوا لاجازا جديدة.

تعيش الحريش الم اربع
واربعين (ألفويوس)
فورميكالس في الاماكن
الرطبة. بين الورق مثلاً
وتسطل العناكب والديدان
وعنبر القبان ليلا.

تتمو الصنوبريات والشجر العريض الزرق في غابات المناطق المعتدلة الشمالية. كعص أنحاء أوروبا وأمريكا الشمالية. ذات المناخ المعتدل حيث تتميز الفصول بشتاء بارد وصيف حار غير شديدي البرد والحر. ويعلب نماء الحراج الصنوبرية شمالاً، فيما تنتشر عريضة الورق بعيداً إلى الجنوب. وتوفر هذه الغابات طعاماً ومأوى لأعداد ضخمة من النباتات والحيوانات. وهي عموماً غير كثيفة التراص، كالغابات المطيرة، لذا تستطيع النباتات الصغيرة العيش فيها بما يصلها من ضوء الشمس دونما حاجة لتسليق بواقي الشجر ليؤخره. وفي المناطق الأبرد يستغرق انحلال المواد الميتة بينة عديدة مما يجعل دورات المغذيات فيها أبطأ.

عص البأوط (الشصالب)
ونابغ العفص (أندريوس)
كولاري) عوضع ثيوبيها على
براعم الشصالب في الربيع. فتنتش
البوقا داخل العفصات إلى زماني شائل
طريقها إلى خارج القفس في الخريف.



تلقا الخشب
الأرط الكبير
(بشروغوس ميه)
يغضف في شجواب الشجر
ناقرا جودوها البالية بشلا من
خشبات يأنها.



يعيش جماع القبان
(بوشليو سكار) في
الاماكن المظلمة الرطبة
تحت الورق والجحافة
والحاء والجشوع.
ويغضف بالورق المتعفن
والحاء والقش.



أوعية الإندار
(حاصلة الرقاق) في
الشجر العفص
(أرميلاديا مليا) تثبت على
أرواح الشجر وعلى
الأشجار الميتة في الخريف.

لمزيد من المعلومات انظر

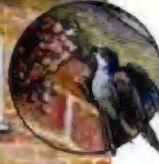
- الشتاء ص ٢٤٤
- الصنوبريات ص ٣١٧
- الشتات الزهرية ص ٣١٧
- نظام الثلج في الشتات ص ٣٤١
- دورات في العلاقات الحيوية ص ٣٧٢
- الهجرة والاشبات ص ٣٨١

الحواضر والمدن

مع تنامي سُكَّانِ المَعْمُورَةِ إلى ما يُقَارِبُ السَّتَّةِ مِلياراتٍ تَسْمُو، تَتَزَايَدُ المِساخَاتُ الَّتِي تَسْغُلُهَا الحِوَاضِرُ وَالْمَدُنُ لِاسْتِيعَابِهِمْ. وَتُضْطَرُّ مُعْظَمُ الأَحْيَاءِ البَرِّيَّةِ الأَصْلِيَّةِ فِي بِلَاقِ المَنَاطِقِ إِلَى هَجرِ مِوَاتِنِهَا، لَكِنَّ بَعْضَ الحَيَوَانَاتِ وَالنباتاتِ تَنْجَحُ فِي التَّعَاشُّ بِمَعَ الأَوَاضَاعِ الجَدِيدَةِ - مُسْتَفِيدَةً مِنْ مُنَاقِ المَدُنِ الأَدْفَا (عَدَّةُ درجَاتٍ مِنْ جِوِّ الرِّيفِ) وَالْأَقْلُ تَعَرَّضًا لِعَظْفِ الرِّيحِ. كَمَا تَعْدُو قُضَلَاتُ البَشَرِ وَنُفَايَاتُ مَطَايِخِهِمْ مُضْطَرِّرَ غِذَائِهِمْ وَفِيْرًا لِلْكَثِيرِ مِنَ الحَيَوَانَاتِ الأَصْلِيَّةِ.



الخُفَّاءُ السَّلَاقِ
(بَيْشْتَرَسْ)
بَيْشْتَرَسْ بَيْشْتَرَسْ
زَوَابَا طَلِيَّةُ السَّلَاقِ.



لُعُشَتُ المِطَايِخِ
(وَالْمَكُونُ أَوْرِيكَا)
نُحْتُ حُفْطِ
السُّقُوفِ.



الْفِيلَاتُ (عِدِيرَا)
هَلَسْ بِلَسْطِ
الجِدْرَانِ حُفْطَا
بِالْحِجَارَةِ أَوْ
السُّقُوفِ.



المِشَاكِكُ السَّلَاقِ شِبَاكِيهَا
السَّلَاقِ لَاقِتَانِسْ لِمَا لَسِيهَا
مِنْ الحُفْطَاتِ.



الْعَلْبُ الأَحْمَرُ الدَّكِيُّ
(فَيْسْ فَيْسْ) تَكَلِّفُ حَيْدًا
لِلْعَاشِ فِي المَدُنِ. فَيُورِ
مِنْهُنَّ القُورُ بِأَقْلُ كُلِّ شَيْءٍ
قَرِيبًا وَكَثِيرًا مَا يَهْجُرُ
صَادِقِ القُورَاتِ بَحْثًا عَنْ
قُضَلَاتِ طَعَامِ البَشَرِ.

قَدْ يُجْعَلُ فَيْسُ مِنْ الحَدِيقَةِ
مَلَاذًا مَطِيعَةً لِلحَيَاةِ الدَّرِيَّةِ -
تَكُونُ فِيهِ أَعْشَابُكَ مَطِوْبَةً
وَحَشَائِشُكَ. وَتَتَرَاكُمُ فِيهِ
كُورَمَاتُ الأَشْرُ وَالْجِدْرَانِ
الْمُتَعَلِّقَةُ بِمَا يَكُونُ لِلْكَثَلَاتِ
الزَّرِيَّةِ الغَدَاةُ وَالْمَاوِي.



تُحْدِثُ الدُّخُولُ
فِي كُورَةِ
تُجَوِّفُ جِدَارِي
أَوْ فِي أَصْبِصِ
أَرْهَابِ قَدِيمِ.



تَحْتَلِيهِ العِلَاجِيَّةُ
الْمُتَعَلِّقَةُ (تُورُفُو تُورُفُو)
تَحْتِ الجِدَارَةِ نَهْلًا
وَتَحْدِثُ لِيْلًا لِنَسْبَةِ المِجَانِ
وَالْقَوَاعِ وَحَمِي الْقَبَائِنِ.

الْعُشَامُ المَقْرُونِ
خَارِجًا عَلَى دَوَلَدِ
الطَّرِيقِ يُسَاعِدُ الطُّيُورَ
وَالشَّجَائِبَ فِي
العِيشِ خِلَالِ الشَّيْءِ.

الأوبوسومات

تُخْتَلِفُ أَنْوَاعُ
الحَيَوَانَاتِ الَّتِي
تَعِيشُ فِي المَدُنِ
بِاخْتِلَافِ المَوَاقِعِ
الجُغْرَافِيَّةِ وَالْقُرُوفِ
السَّاحِلِيَّةِ.



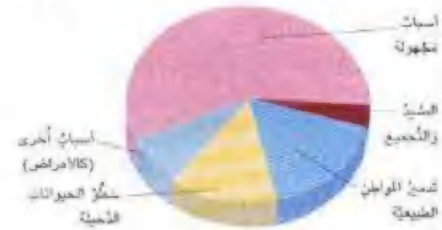
فَالْأُوبُوسُومُ (الْفِرْجُونِي الدَّيْلِي) (تَرِيكُوسُورُوسِ
فَلْبُيُولَا) قَدْ تَكَلِّفُ حَيْدًا لِعِيشِ المَدُنِ فِي
أُسْتْرَالِيَا. هُوَ فِي الحَيَاةِ البَرِّيَّةِ يَأْوِي عَادَةً إِلَى
الشُّجُورِ وَالْكَهْوفِ وَتِجَارِيِبِ الشُّجَرِ. لَكِنَّهُ
فِي المَدُنِ تَعَلَّمَ أَنْ يَحْطُلَ لَهُ وَتُكُنَا فِي سُلُوفِ
النباتِ. وَتَعِيشُ جَالِيَاتُ مِنَ الأُوبُوسُومَاتِ
فِي المَحَلَّاتِ العَامَّةِ، وَهِيَ تَدْخُلُ أَحْيَانًا بَحْثًا
نَعْدُو أَلْفَةً تَتَاوَلُ الطَّعَامَ مِنْ أَيْدِي النَّاسِ.

المزيد من المعلومات أنظر

- السُّنَاقِ مِنْ ٢٤٤
- البَشَرِ وَتَوَكُّبِهِمْ مِنْ ٢٧٤
- الْمُضَلَّلَاتِ وَاعَادَةُ تَدْوِيرِهَا مِنْ ٣٧٦
- الْعُشْرَةُ وَالْعَاشِ مِنْ ٣٧٩
- خُفَّاءُ وَمَعْلُومَاتُ مِنْ ٤٢٤

الحياة البرية في خطر

وثائق الملايين من أنواع النباتات والحيوانات التي ظهرت منذ بدء الحياة على الأرض قد انقرضت، والبعض منها قد اندثر نتيجة لعمليات التطور والعوامل الطبيعية. لكن الإنسان، في الـ ٣٠٠ سنة الأخيرة، سرّع عملية الانقراض أكثر من ١٠٠٠ مرة بتدمير المواطن الطبيعية وتلويث البيئة وضرب مختلف الأنواع وتجميعها. ومن العسير احتساب سرعة انقراض الأنواع هذه بدقة حالياً، لكن بعض الخبراء يُقدرونها بحوالي ١٠٠ نوع يومياً - أي نوعاً كل ربع ساعة. ويُقدرون أن ما يقارب المليون نوع مُهددة بالانقراض خلال الـ ٢٠ سنة القادمة ما لم تُتخذ الآن إجراءات حاسمة لتفادي ذلك.



أسباب الانقراض

الأسباب الحقيقية لانقراض الكثير من أنواع الحيوانات لا تزال مجهولة، لكن المخطط السابق الدائري أعلاه، يُبين أن تدمير المواطن الطبيعية والحيوانات المخلوبة الأكلة هما سببان رئيسيان لذلك. كذلك فإن الصيد ونسج الهواء تسببان أيضاً عن احتياط العديد من الحيوانات.

المناطق الرطبة هي التي لم تعمل فيها يد الإنسان، كالشجيرات والشجيرات، هي مواطن طبيعية غنية للحياة البرية، بما في ذلك الحشرات والأسماك والطيور.



أسباب تدمير المناطق الرطبة تشمل: التنمية الزراعية، والتوسع العمراني والصناعي، والتلوث وتغيير هيكلي الأرض والمعادن، وقطع الأشجار للغسل.

أبو شمس قرمزي (بوموسيس روبر)



بورتوريكو، ٣٤ نوعاً

ماليزيا، ٩ أنواع

ترينيداد وتوباغو، ٥ أنواع

الولايات المتحدة الأمريكية، ٥ أنواع

كوبا، ٣ أنواع

بيثيل، ١ نوعاً

طيور في خطر

مستعمرات الفراخ (المعروفة) هي ضربة من المناطق الرطبة على

المواطن المغمورة، والطيور خاصة، هي الأكثر تعرضاً للخطر جراء تدمير تلك المستعمرات. وبين المستعمرات أعلاه، العدة التي تفتقر لأنواع الطيور المهددة بالانقراض في المستعمرات المعروفة حول العالم اليوم.

نباتات في خطر

يُعدّ الخبراء أن قرابة ربع الأنواع النباتية في العالم مُهددة بالانقراض نتيجة تدمير مواطنها الطبيعية أو تسويقها. ضاقت الشبب القصر لأرجو والمزعم كادوس هذا في هوانو. مُهددة بالانقراض لادخان الشاهر التي يأكلها، ولإكمال نواة تصبح النباتات على قناله.



تدمير المناطق الرطبة

المناطق الرطبة هي إحدى الأنظمة البيئية الأكثر تعرضاً للتدمير في العالم. وقد تم تدمير أكثر من نصفها بالفعل. لقد زال بعضها بأسباب طبيعية كارتفاع مستوى سطح البحر أو التلوث أو العواصف الهوجاء. لكن الكثير منها قد تم تدميرها بفعل الإنسان. إن تحجيف هذه المناطق يجعل التحكم بالحشرات والقيضات ممكناً - فليس أكثر أمناً لعش الناس في الجوار. لكن ذلك يترك الحياة البرية قوتها مكاناً لتلجأ إليه.

البُدا النادر

يعيش البُدا الضخم (ألبورديدا) ملائمة في غابات الخيزران في الجنوب الغربي من الصين. لكن معظم حراج الخيزران قد اختفت وحل محلها القمح وقطع الأرز. ولتحفظ أن عدة البُدا الضخمة البقية هي بين ٣٠٠ و ٥٠٠ فقط - تعيش في غابات صغيرة من الخيزران تقصير بينها أراضي زراعية.



الحفاظ على البيئة الطبيعية



جسد بري (قردوس بري)
استولت في الأثر وأعيدت إلى الحياة البرية



فراشة الملك (فراشة الملك)
- شرسب (فراشة الملك)
وأعيدت إلى الحياة البرية



فصاعقة البخر الأوروبي (البخاريس)
لوشرا - محظوظة صيده وحفظت
في محميات الحياة البرية



أوربة هاواي (برانتا)
ساندويتش (استولت)
في الأثر، ثم أعيدت للحياة
البرية



الكوالا
(فاسكولا كوتس)
شيدروس (محظوظ)
صيده وحفظت في محميات
الحياة البرية



ذئب الأحمر (كاليبس روفوس)
- استولت في حدائق الحيوان
وأعيدت إلى الحياة البرية



الحوت الرمادي (استركيتيوس)
زوليتوس - صيده محظور



البيسون الأوروبي (بيسون)
يوشس) صيده في المحميات
الطبيعية ببولندا



الدب القطبي (كالاكوس مارينوس)
- صيده البيئي شديداً وصيده محظور



المها (أوريكس)
استولت في حدائق
الحيوان وأعيدت إلى
الحياة البرية



أيل (أيل)
أعيد من
محميات في الغروب إلى الحياة
البرية في الصين



المها (مها)
- محظوظة صيده
وحفظت في
محميات



يحظر الصيد، وحماية المواطن البيئية، وإقامة المحميات الطبيعية، وتخفيض التلوث، يمكن إنقاذ العديد من أنواع الحيوانات والنباتات النادرة. لقد بدأ الناس يدركون أهمية إنقاذ الحياة البرية من الانقراض. فالمؤسسات العالمية، كالصندوق العالمي للطبيعة، والاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة والموارد الطبيعية، جعلت الناس يؤمنون بمشاكل البيئة، وحفزتهم على جمع المال لحماية الأنواع المختلفة والحفاظ على مواطنها الطبيعية. والأحياء البرية المهددة على جوانب هذه الصفحة هي بعض الكائنات التي تم إنقاذها.



اجتماع القمة لشؤون البيئة

في العام ١٩٩٢، انعقد في ريو دي جانيرو، بالبرازيل، مؤتمر حول البيئة، تشكلت فيه حكومات معظم دول العالم. ونداء من المتدربين وممثلو إندونيسيا. وقد أُنشئت في ريو دي جانيرو مشجرة حياة، أُنشئت عليها أرواق كتبت عليها ما وعدت الناس ببقائه، وما يعتقدون أنه على الحكومات القيام به.

كيف يمكنك المساعدة

كل فرد منا يستطيع الإسهام في الحفاظ على البيئة والحياة البرية. فانت مثلا تستطيع جمع الورق والعلب والبلاستيك وإعادة تدويرها. فذلك يساعد في خفض عدد الأشجار المقطوعة، والحد من حرق النفايات. كذلك، يمكنك التوقف عن شراء الأشياء المصنوعة من حيوانات أو نباتات نادرة، واجتناب المبروشات ومواد الغلاب التي لا يمكن إعادة تدويرها.



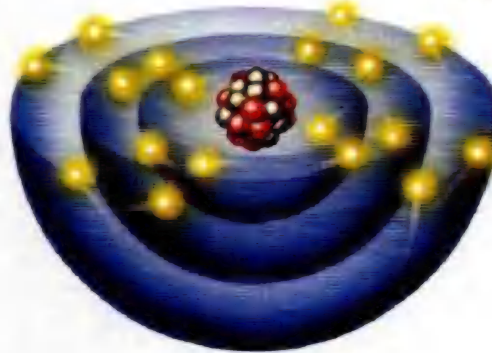
لزيد من المعلومات انظر

- الغلاف الجوي ص ٣٧٠
- توراث في الغلاف الجوي ص ٣٧٢
- الشجر وتوكلهم ص ٣٧٤
- الغلاف وإعادة تدويرها ص ٣٧٦
- الحياة البرية في خطر ص ٣٨٨
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٤

حَقَائِقُ وَمَعْلُومَات

يُحوي هذا القسمُ مُختَطَّطاتٍ وخرائطَ وجدولَ حافلةً بالمعلومات والإحصائيات العلمية المُهمَّة، وموادُّ هذا القسمُ مُرتَّبةٌ ألفبائياً في هذا الفهرس المُوجَّز لتسهيل الرجوع إليها - علماً أنَّ الفهرس العام ص ٤٣٤ جامعٌ شامِلٌ لمختلف موادَّ الموسوعة.

الصفحة	الموضوع	الصفحة	الموضوع
٤٠٨	- التَّحَرُّقُ وَ - (تُعَادِلَاتُ بَيْنَهُمَا)	٤٠٥	أشهرُ شُجَرَةٍ (أو شُجَرَةٍ)
٤٠٩	- التَّوَارِدُ الطَّاقَةُ التَّخْزِينُ	٤١٦	الأرصادُ المَوجِيَّةُ - أحوالُ مَوجِيَّةٍ لُصُوي
٤١٦	الطَّيْسُ (مَعْلُومَاتُ عَامَّة)	٤١٧	- مَرَاكِزُ رَافِدِ الطَّيْسِ الرَّبْعِيَّةِ
٤١٧	تَلْمِيزُ الكَهْرَبَقْلَيسِ	٤١٧	- شَاحَاتُ التَّحْدِ الْعَالَمِيَّةِ الْخَفِيَّةِ
٤٠٣، ٤٠٧	الغَايِرُ - الحَدُوثُ الدَّوْرِيَّةُ لـ -	٤١٦	- الشَّكْلَةُ الْعَالَمِيَّةُ لـ -
	الغَايِرُ - أَجْزَائُهُ لُغَوِيَّةٌ - أَيْ (الْهَيْدْرُوجِينُ)	٤١٤	الأَرْضُ - تَرَكِبُ -
٤٠٤	الْأَكْسِجِينُ وَتَائِي أَكْسِيدُ (الْكَرْبُونُ)	٤١٤	- حِفَاظُ حَيَوَلُوجِيَّةٍ
٤٠٤	- تَلْمِيزُ -	٤١٣	الْإِسْقَلَابُ - مُعْدَلَاتُ -
٤٠٤	- قَوَائِمُ بَاتِ		الْأَتَكَنَاتُ وَالْأَتَكَنَاتُ الْهَيْدْرُوجِينِيَّةُ الْمُهِمَّةُ
٤١٨	الْقَضَاءُ - مَعْلُومَاتُ مُتَكَلِّفَةٍ	٤٠٦	الْمُشْجَعَةُ وَخِزْ (الْمُشْجَعَةُ)
٤١٣	الْقِيَامَاتُ	٤١٥	إِقْرَاضُ الْأَوْرَاقِ - مُعْدَلَاتُ وَالْأَوْرَاقُ الشَّاهِدَةُ -
٤٠٨	القُوَّةُ وَالطَّاقَةُ	٤١٣	الْإِكْتِسَابُ - تَعْمَلُ -
	الْقِيَاسُ - وَجَدَاتُ - (فِي الْعَالَمِيَّةِ الْخَفِيَّةِ)	٤٠٦	الْإِيْتِزُ - اسْتِخْدَامَاتُ -
٤٠٩	وَالْإِمْرَاطُورِيَّةُ وَالْحَيَاطُ	٤١٣	الْأَيْسُ (أَقْرَبُ الْإِسْقَلَابِ)
٤٢٠	الْكَنَاسَةُ النَّمِيَّةُ - تَصْنِيفُهَا	٤٠٨	بَلَشُولُ - حَقْدُ -
٤١٣	- دَرَجَةُ سَرَارَةِ أَجْسَادِهَا	٤٢٥، ٤٢٤	الْبَيْتَاتُ
٤١٣	- مَقَى الْأَصْدَارُ وَقَرَارَاتُ التَّحْدِ	٤١٣	الْتَرَدُّ - مَدَى - (الْأَلَا، مَوْسِقِيَّة)
٤٠٦	كَرْبُونَاتُ الصُّورِيَّةِ	٤١١	الْتَرَمِيزُ الشَّامِلُ - نِطَاقُ -
	الْكَرْبُونُ وَالْمُخْتَلِصَةُ - وَجَدَاتُهَا الْهَوِيَّةُ وَرُؤُوسُهَا	٤١٢	التَّعْرِيفُ الْفَوْتُوغَرَفِي
٤١٠	وَتُعَادِلَاتُهَا	٤٠٥	التَّعَالُفَةُ - سَلْبَةُ -
٤١١	- التَّوَارِدُ الْكَهْرَبِيَّةُ وَالْإِكْتِرَوِيَّةُ	٤١٤	التَّغْلُوتُ
٤١٠	- التَّغْلُوتَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ	٤١٤	تَجْدُولُ الْأَوْرَاقِ الْخِيَوَلُوجِيَّةِ
٤١٨	الْكَوَاكِبُ السَّارِدُ	٤٠٣، ٤٠٧	الْجَدُولُ الدَّوْرِيَّةُ لِلْغَايِرِ
٤١٩	الْكُرَاتَاتُ (الصُّورُ الْفَلَكِيَّةُ)	٤٢١	الْجَوَارِيَّةُ (الْمَعَارِفَةُ وَالْمَعَارِفَةُ)
٤٠٤	الْكُورَاتُ - الشَّوْاقُ وَ - (الْكَمِيَالِيَّةُ)	٤٢٥	- مَجَرَّةٌ -
٤٠٣	الْكُورَاتُ - أَصْبَحَاتُ - (بِالْإِتْمَاعِ)	٤١٤	كُطْرُوتُ الْعَوَالِمِ وَالْعَرَضُ
	- التَّوَارِدُ الْأَوَّلِيُّ: تَوَارِدُهَا فِي الْعَالَمِ	٤٠٨	دَوْرَةُ الْحَرَارَةِ - مَقَابِلُ - (الْفَرْمُونَاتُ)
٤٠٧	اِسْتِخْدَامَاتُهَا وَتَصْنِيفُهَا الرَّبْعِيَّةُ	٤١٨	الرُّبْعُ (تَكْنَلُ الْبَرْقِيَّةُ) الْخَفِيَّةُ
٤١٠	الْمَعَارِفَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ	٤١٧	رُؤُوسُ خَرَايِطِ الطَّيْسِ وَفَرَايِطُهَا
٤٠٨	يَقْيَاسُ - مَقَابِلُ دَوْرَاتِ الْحَرَارَةِ	٤٠٤	السَّوَابِقُ وَالْمَوَارِثُ (الْكَمِيَالِيَّةُ)
٤١٥	- تَوَارِدُ لُغَلَاةٍ	٤١٨	الْمُشْشَرُ
٤١١	تَوَارِدُ - لُغَلَاةٍ -	٤١٥	الْمُشْشَرُ - بِهَ الشَّامِلَةُ
٤٢٠	الْبَيْتَاتُ (الشَّهْرَةُ وَالْمَازْهَرِيَّةُ)	٤١٥	- دَوْرَةُ -
٤١٨	الْبَحُورُ (الْبَحْرَةُ) لُغَوِيَّةٌ	٤١٥	الْعُقْلَانَةُ - يَقْيَاسُ تَوَارِدُهَا -
٤٢٤	الْبَحْرُ الشَّامِلُ الْعَالَمِيُّ	٤١٢	الْبَحْرُ وَالْبَحْرُ (الْمَجَرَّةُ مَوْجِيَّةُ)
٤٢٥	مَجَرَّةُ الْجَوَارِيَّةُ - تَصْنِيفُهَا وَجَدَاتُهَا	٤١٢	- الشَّامِلَةُ الْهَوِيَّةُ (لـ - وَ -)
		٤٠٨	الطَّاقَةُ - الْإِسْقَلَابُ الْخَفِيَّةُ الْيَوْمِيَّةُ الْخَفِيَّةُ



المادة

الجدول الدوري للعناصر

العناصر المضافة. وحيث نقيب المخططات للعنصر، فهو نصير العنصر جذا
والكليات التي حضرت منه ضئيلة جدا بتعداد تحديد خواصه. أنظر
ص ٢٢، ٢٤، ٣١، ٣٢.

لقد رُتبت العناصر الكيميائية في هذا الجدول ترتيباً تصاعدياً تبعاً لاعدادها الذرية، كما هي الحال في الجدول الدوري التقليدي. والكتلة الذرية النسبية المعتمدة للعنصر هي للظهير الأكثر شوعاً، أو الظهير الأكثر استقراراً في حال

العدد الذي	الخصم	الفرق	الكتلة الذرية النسبية	نقطة الانسهار س	نقطة الغليان س	الانكسار	تاريخ الاكتشاف	الوصف الطبيعي
١	الهيدروجين	هـ	١	٢٥١٠	٢٥٢٠	١	١٧٦٦	غاز عديم اللون
٢	الهيليوم	هـ	٢	٢٧٢٠	٢٦٩٠	١	١٨٦٨	غاز عديم اللون
٣	الليثيوم	لث	٣	١٧٩٠	١٣١٧	١	١٨١٧	فلز أبيض فضي
٤	البريليوم	بـ	٩	١٣٨٢	٢١٨٧	٢	١٧٩٨	فلز رمادي
٥	البورون	بـ	١١	٢٢٠٠	٢٥٥٠	٢	١٨٠٨	مستحق لقب ناقل
٦	الكربون	كـ	١٢			٢,٣		
	~ العرافيت			٢٥٠٠	٢٨٠٠		قديم	جامد أسود
	~ الألماس			٢٥٠٠	٢٨٧٠		قديم	جامد عديم اللون
٧	النيتروجين	نـ	١٤	٢١٠٠	١٩٦٠	٥,٢	١٨٨٥	غاز عديم اللون
٨	الأكسجين	أـ	١٦	٢١٨٠	١٨٣٠	٣	١٧٧٤	غاز عديم اللون
٩	الفلور	فلـ	١٩	٢٢٠٠	١٨٨٠	١	١٨٨٦	غاز أصفر شاحب باهت
١٠	النترون	نـ	٢٠	٢٢٤٠	٢٤٤٠	١	١٩٤٨	غاز عديم اللون
١١	المغنسيوم	مـ	٢٢	١٢٠٠	١٨٨٠	١	١٨٠٧	فلز أبيض فضي
١٢	النتريوم	نـ	٢٤	١٢٠٠	١٨٠٠	٢	١٨٠٨	فلز أبيض فضي
١٣	السيوم	سـ	٢٧	١٢٠٠	١٤١٧	٣	١٨٢٥	فلز فضي
١٤	النيكل	نـ	٢٨	١٤٠٠	٢٢٥٥	٤	١٨٢٤	جامد رمادي ناقل
١٥	النحاس	نـ	٢٩			٥,٣	١٦٦٩	
١٦	الزئبق	زـ	٢٠٢				قديم	جامد شامخ
	~ السطحي			١٤٩٩	٢٤٠			
١٧	القصدير	قـ	٢٥٠	١٠٠٠	٢٤٠		١٧٧٤	فلز أحمر كستنائي
١٨	الزئبق	زـ	٢٠٢	١٨٨٠	١٨٦٠	١	١٨٦٤	فلز عديم اللون
١٩	البريليوم	بـ	٢٩	١٢٠٠	٢١٨٧	٢	١٨٠٧	فلز أبيض فضي
٢٠	الكالسيوم	كـ	٤٠	١٢٠٠	١٤٨٠	٣	١٨٠٨	فلز أبيض فضي
٢١	السترونشيوم	سـ	٤٠	١٢٠٠	١٤٨١	٣	١٨٧٩	فلز فضي
٢٢	الباريوم	بـ	٤٨	١٢٠٠	١٤٧٧	٤,٢	١٧٩٥	فلز فضي
٢٣	القصدير	قـ	٥١	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٨٠١	فلز رمادي فضي
٢٤	القصدير	قـ	٥٢	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٨٠١	فلز فضي
٢٥	القصدير	قـ	٥٥	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض شامخ
٢٦	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٢٧	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٢٨	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٢٩	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٠	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣١	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٢	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٣	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٤	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٥	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٦	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٧	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٨	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٣٩	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٠	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤١	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٢	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٣	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٤	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٥	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٦	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٧	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٨	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٤٩	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٠	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥١	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٢	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٣	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٤	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٥	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٦	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٧	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٨	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٥٩	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٠	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦١	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٢	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٣	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٤	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٥	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٦	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٧	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٨	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٦٩	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٠	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧١	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٢	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٣	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٤	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٥	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٦	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٧	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٨	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٧٩	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٠	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨١	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٢	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٣	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٤	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٥	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٦	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٧	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٨	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٨٩	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٠	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩١	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٢	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٣	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٤	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٥	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٦	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٧	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٨	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
٩٩	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي
١٠٠	القصدير	قـ	٥٦	١٢٠٠	٢٢٧٧	٤,٢	١٧٧٤	فلز أبيض فضي

حقائق ومعلومات . المادة

الوصف الطبيعي	تاريخ الاكتشاف	التكاثر	نقطة الغليان °س	نقطة الانصهار °س	القيمة الحرارية النسبية	الزمن	العناصر	العدد الذري
فلز أبيض فضي	١٨٦٠	١	٢٧١	٢٦	١٣٢	سز	البيريليوم	٤٤
فلز أبيض فضي	١٨٠٥	٢	١٦٤	١٢٥	١٣٨	يا	اليابوريوم	٤٦
فلزي	١٨٢٣	٣	٢١٥٧	١٢١	١٣٩	لان	اللانثانوم	٥٧
جامد زجاجي مائل	١٨٠٣	٤,٦	٢١٢٦	١١٩	١٤٠	سي	السيريوم	٥٨
فلز زجاجي فولاذي	١٨٥٥	٣	٢٥١٢	١٢١	١٤١	بي	البراسيوميوم	٥٩
فلز أبيض مصفر	١٨٨٤	٣	٢٠٦٨	١٠٢١	١٤٢	مف	المفربيوم	٦٠
فلزي	١٨٤٧	٣	٢٧٠٠	١١٦٨	١٤٣	مف	المفربيوم	٦١
فلز زجاجي فاتح	١٨٧٩	٢,٢	١٧٩١	١٠٧٧	١٥٢	سم	الساماريوم	٦٢
فلز زجاجي فولاذي	١٨٩٦	٢,٦	١٥٩٧	٨٢٧	١٥٣	يغ	اليغوريوم	٦٣
فلز أبيض فضي	١٨٨٠	٢	٢٢٦٦	١٢١٢	١٥٨	جاد	الجادولانيوم	٦٤
فلز فضي	١٨٤٣	٣	٢١٢٧	١٢٥٦	١٥٩	تث	التريثيوم	٦٥
فلزي	١٨٥٩	٣	٢٥٤٢	١١١٩	١٦٤	سب	السبييريوم	٦٦
فلز فضي	١٨٧٨	٣	٢٦٨٥	١١٦٤	١٦٥	فل	الفولانيوم	٦٧
فلز فضي زجاجي	١٨٤٣	٣	٢٨٦٢	١٥٢٩	١٦٨	ير	اليوروبيوم	٦٨
فلزي	١٨٧٩	٢,٢	١١٤٧	١٥٤٤	١٦٩	شم	الشميريوم	٦٩
فلز فضي	١٨٧٨	٢,٢	١١٤٤	٨١٩	١٧١	تش	التيتانيوم	٧١
فلزي	١٩٠٧	٣	٢٢٩٥	١١٦٢	١٧٥	لو	اللوثيريوم	٧١
فلز زجاجي فولاذي	١٩٢٢	٤	١٩٠٢	٢٢٢٧	١٨٠	هف	الهافيوم	٧٢
فلز فضي	١٨٠٤	٥,٢	٢٤٢٧	٢٩٩٣	١٨١	تا	التانتالوم	٧٣
فلز زجاجي	١٧٨٣	٦,٥,٤,٢	٤٦٦٠	٣٤١٠	١٨٤	تن	التنغستن	٧٤
فلز زجاجي مائل	١٩٢٤	٧,١,١	٢٤٢٧	٢١٨٠	١٨٧	مف	المفربيوم	٧٥
فلز أزرق زجاجي	١٨٠٤	٨,٦,٤,٢,٢	٢٤٩٧	٢٧٠٠	١٨٩	مز	المزاريوم	٧٦
فلز أبيض فضي	١٨٠٤	١,٢	٢١٢٠	٢٤١٠	١٩٢	يد	اليديوم	٧٧
فلز أبيض مزرقي	١٧٧٩	١,٢	٢٨٢٧	١٧٧٢	١٩٥	مت	الميتاليين	٧٨
فلز مصفر مائل	قديم	٢,١	٢٠٨٠	١٠٦١	١٩٧	ن	النيوب	٧٩
مسك فلزي فضي	قديم	٢,١	٢٥٧	٢٩٠	٢٠٢	بل	البليثيوم	٨٠
فلز زجاجي مزرقي	١٨٦١	٢,١	١٤٥٧	٢٠٢٢	٢٠٥	تث	التريثيوم	٨١
فلز أزرق فولاذي	قديم	١,٢	١٧٤٤	٢٢٨	٢٠٨	صا	القصاص	٨٢
فلز فضي كحلقي	١٤٠٠	٥,٢	١٥٢٠	٢٧١	٢٠٩	بر	البروم	٨٣
فلزي	١٨٩٨	٤,٢,٢	١٩٢٢	٢٥٤	٢٠٩	مف	المفربيوم	٨٤
فلزي	١٩٤٤	٧,٥,٢,١	٢٧٠	٢٠٠	٢١٠	سب	السبييريوم	٨٥
فلز عديم اللون	١٩٠٠	-	٦٢٠	٧١٠	٢٢٢	ف	الفراون	٨٦
فلزي	١٩٢٩	١	١٧٧٧	٢٧	٢٢٢	فر	الفراشيوم	٨٧
فلز فضي	١٨٩٨	٢	١٧٢٧	٧٠٠	٢٢٦	د	الدوريوم	٨٨
فلزي	١٨٩٩	٣	٢٢٠٠	١٠٠٠	٢٢٧	كك	الكالسيوم	٨٩
فلز زجاجي	١٨٩٨	٤	٢٧٨٧	١٧٥٠	٢٢٧	م	الموليبدينوم	٩٠
فلز فضي	١٩١٧	٤,٤	٥٠٢٧	١٥٩٧	٢٢٨	بيكت	البيكتينيوم	٩١
فلز أبيض مزرقي	١٧٨٩	٦,٥,٢,٢	٢٨١٨	١١٢٢	٢٢٨	يو	اليوروبيوم	٩٢
فلز فضي	١٩٤٠	٦,٥,٤,٢,٢	١٠٩٠	١٢٧٧	٢٢٧	تو	التيتانيوم	٩٣
فلز فضي	١٩٤٠	٦,٥,٤,٢,٢	٢٢٢٢	٦٤٠	٢٤٤	بل	البليثيوم	٩٤
فلز أبيض فضي	١٩٤٤	٦,٥,٤,٢,٢	٢٦٠٧	٩٤٤	٢٤٢	جر	الجرينيوم	٩٥
فلز فضي	١٩٤٤	٤,٢,٢	٢١٩٠	١٢٤٠	٢٤٧	كم	الكروميوم	٩٦
فلز فضي	١٩٤٩	٤,٢,٢	٧٦٠	١٠٥٠	٢٤٧	ك	الكوبالت	٩٧
فلز فضي	١٩٥٠	٤,٢,٢	١٤٧٠	٩٤٠	٢٥١	كف	الكافوريوم	٩٨
فلز فضي	١٩٥٢	٣,٢	٩٩٦	٨٦٠	٢٥٤	مف	المفربيوم	٩٩
فلزي	١٩٥٢	٣,٢	٢٠٠	٢٥٧	٢٥٧	مف	المفربيوم	١٠٠
فلزي	١٩٥٥	٣,٢	٢٥٥	٢٥٨	٢٥٨	د	الدوريوم	١٠١
فلزي	١٩٥٨	٣,٢	٢٠٠	٢٥٥	٢٥٥	نو	النيوبيوم	١٠٢
فلزي	١٩٦١	٢	٢٠٠	٢٥٦	٢٥٦	لر	الليثيوم	١٠٣
فلزي	١٩٦٦	٢	٢٠٠	٢٦٠	٢٦٠	اكت	الكاليوم	١٠٤
فلزي	١٩٦٦	٢	٢٠٠	٢٦٢	٢٦٢	اكت	الكاليوم	١٠٥
فلزي	١٩٧٤	٢	٢٠٠	٢٦٢	٢٦٢	اكت	الكاليوم	١٠٦
فلزي	١٩٧٦	٢	٢٠٠	٢٦٢	٢٦٢	اكت	الكاليوم	١٠٧
فلزي	١٩٨٤	٢	٢٠٠	٢٦٢	٢٦٢	اكت	الكاليوم	١٠٨
فلزي	١٩٨٤	٢	٢٠٠	٢٦٢	٢٦٢	اكت	الكاليوم	١٠٩

اصبحت المادة

تُصنّف العناصر المشعة بـ ٤ درجاتٍ مختلفة. وتُصنّف العناصر المشعة أنواعاً مختلفة من الإشعاع عند اصطدامها تُشعّل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة جاما. ويُعدّ الزمن اللازم لاصحاح نصف الكمية الأصلية للعنصر عمر النصف.

 <p>اليوروبيوم-٢٣٨ ١٢,٢ سنة</p>	 <p>السترونشيوم-٩٠ ٢٨ سنة</p>	 <p>الروبيديوم-٨٧ ٤٦٠٠ سنة</p>	 <p>الكوبالت-٦٠ ٥,٢٧ سنة</p>	 <p>البوتونيوم-٢٣٨ ٢٤٤,٠٠ سنة</p>	 <p>الفلورين-١٩ ١٤,٢ يوم</p>
 <p>البليثيوم-٢١٠ ٢٢ ثانية</p>	 <p>القصاص-٢١١ ٢٧ دقيقة</p>	 <p>الرادون-٢٢٢ ٤ أيام</p>	 <p>اليورانيوم-٢٣٨ ٨,٤ يوم</p>	 <p>الفلورين-١٩ ١٤,٢ يوم</p>	 <p>الكوبالت-٦٠ ٥,٢ سنة</p>

التفاعلات

قانون جريام (جرهام) في انتشار الغازات
 سرعة انتشار الغاز تتناسب عكسياً مع كتلته بثبوت الضغط ودرجة الحرارة أي إن الغاز الأعم كتلة أقل سرعة انتشار. وهكذا فإن الغازات الخفيفة الجزيئات تنتشر بسرعة أكبر من الغازات الثقيلة الجزيئات.

قانون أفوجادرو
 الحجم المتساوي من الغازات تحوي نفس العدد من الجزيئات في حال تساوي درجة حرارتها وضغطها.

قانون شارل
 حجم الغاز يتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة. في حال ثبوت الضغط (أي يندفع الغاز) وارتفاع درجة الحرارة) $\frac{V}{T} = \text{ث.}$

قانون بويل
 ضغط الغاز يتناسب عكسياً مع حجمه في حال ثبوت درجة الحرارة (أي يظل الحجم بازدياد الضغط) $V \times P = \text{ث.}$

قانون الغاز المثالي
 قانون الغاز المثالي يجمع قانوني بويل وشارل وقانون الضغط في معادلة واحدة. وتُعطى كالتالي: $P \times V = n \times R \times T$ وهي هذه القوانين على وجه أسهل على الغازات ذات الجزيئات الصغيرة الفسيحة التناثر - وهي الغازات التي يقال فيها إنها تشكّل عسلك الغاز المثالي. (تلك الغاز "د" هو نفسه لكل الغازات).

قانون هينري
 كمية الغاز التي تذوب في سائل تتناسب طردياً مع الضغط الجزئي للغاز فوق السائل.

قانون دالتون
 الضغط الكلي لمزيج من الغازات يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

قانون غراهام
 سرعة انتشار الغاز تتناسب عكسياً مع كتلته الجزيئية.

قانون ستيفان-بولتزمان
 الطاقة الحرارية المشعّة من سطح الجسم تتناسب طردياً مع مساحته ودرجة حرارته المطلقة.

قانون فاندرفالس
 يصف سلوك الغازات الحقيقية عند درجات حرارة منخفضة وضغوط عالية.

قانون هينري
 كمية الغاز التي تذوب في سائل تتناسب طردياً مع الضغط الجزئي للغاز فوق السائل.

قانون دالتون
 الضغط الكلي لمزيج من الغازات يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

قانون غراهام
 سرعة انتشار الغاز تتناسب عكسياً مع كتلته الجزيئية.

قانون ستيفان-بولتزمان
 الطاقة الحرارية المشعّة من سطح الجسم تتناسب طردياً مع مساحته ودرجة حرارته المطلقة.

قانون فاندرفالس
 يصف سلوك الغازات الحقيقية عند درجات حرارة منخفضة وضغوط عالية.

السوابق واللاحق		
اسم الرقبة الكيميائية يدلنا على العناصر التي تتألف منها ذلك المركب. ويمكننا الحصول على هذه المعلومات بالنظر إلى لواحتي الاسم الكيميائية أو سوابقه.		
الترتيب يتبع به	الوصف	أمثلة
١ - بد	يحتوي فقط الفلزات	كبريتيد الحديد (ج كب)
٢ - بيت	يحتوي الأكسجين بالإضافة إلى الفلزات المذكورة في الاسم	كبريتات الحديد (ج كب أ)
٣ - ات	يحتوي أكسجيناً أكثر مما هو متواجد في بيت بالإضافة إلى الفلزات المذكورة في الاسم	كبريتات الحديد (ج كب أ)
السابقة (أو اللاحقة)	عدد المرات في البادئة	أمثلة
أول	١	أول أكسيد الكربون (ك أ)
ثاني	٢	أكسيد ثاني النيتروجين (أكسيد النيتروز) ب
ثالث	٣	ثاني أكسيد النيتروجين (ن أ)
		ثالث كلوريد البورون (ب كل)

تجميع الغازات
 من العسير تجميع الغاز الناتج عن تفاعلي كيميائي، لكن الجهاز المثالي يسهل ذلك.

اختيارات تعرف الغازات
 ثاني أكسيد الكربون: إذا أفرزت فقاعات غاز في ماء (التي تسمى فقاعات) من الجير المائي (محتوي هيدروكسيد الكالسيوم) وازدادت هذه الفقاعات (تتكون من ماء الجير، هذا يعني أن الغاز هو ثاني أكسيد الكربون).

اختيارات تعرف الغازات
 الهيدروجين: إذا أفرزت فقاعات غاز في ماء (التي تسمى فقاعات) من الجير المائي (محتوي هيدروكسيد الكالسيوم) وازدادت هذه الفقاعات (تتكون من ماء الجير، هذا يعني أن الغاز هو ثاني أكسيد الكربون).

اختيارات تعرف الغازات
 الأكسجين: إذا أفرزت فقاعات غاز في ماء (التي تسمى فقاعات) من الجير المائي (محتوي هيدروكسيد الكالسيوم) وازدادت هذه الفقاعات (تتكون من ماء الجير، هذا يعني أن الغاز هو ثاني أكسيد الكربون).

سلسلة التفاعلية

السلسلة التالية تقارن بين تفاعلية (وفاعلية) الفلزات المختلفة. فالفلزات في أعلى السلسلة هي الأكثر تفاعلية، والفلزات في أسفلها.

الفلز	التفاعل عند الإحماء في الهواء	التفاعل مع الماء	التفاعل مع حامض مخفف
K البوتاسيوم «بوه»	احتراق شديد ينتج الأكسيد.	تفاعل مع الماء البارد لإنتاج غاز الهيدروجين ومطول هيدروكسيد.	تفاعل خفيف ينتج غاز الهيدروجين ومطول ملح.
Na الصوديوم «ص»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Ca الكالسيوم «كا»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Mg المغنسيوم «مغ»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Al الألومنيوم «لم»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Zn الزنك «ز»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Fe الحديد «ح»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Pb الرصاص «صا»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Cu النحاس «نح»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Ag الفضة «ف»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.
Au الذهب «ذ»	احتراق بقل شديد.	لا تفاعل مع الماء البارد. تفاعل مع البخار ينتج غاز الهيدروجين وأكسيد الفلز. وتقل شدته.	تفاعل بقل شديد.

لدرجة غليانها على الإحماء.

تفاعلية فلزية



المواد

استعمالات الإيثين

يُستَخدَمُ الإيثين خلال عمليات تكرير النفط أو التزيت الخام، بطريقة التكسير. وتجري هذه العملية في وحدات كيميائية ضخمة، حيث تعمل الحرارة على تكسير مزيج من الهيدروكربونات يُعرف بالنفتا. وتُستَخدَمُ المشتجات الثانوية لهذا أو كمادة أولية مهمّة في عمليات كيميائية أخرى. وتُستَخدَمُ الإيثين مُستَقِلاً لإصلاح الشدائد صناعياً، لكن عندما يتفاعل مع الكيمويئات، كما أمدا، فإنه يُنتِج موادّ جديدة لها مئات الاستعمالات في المجالات الصناعية.

بولي إيثين (مكثف الإيثين)

يُستَخدَمُ في التغليف والتوصيب (كالأغذية الدائرية، الأسلاك والأكياس والفلاتين)، والادوات المنزلية (كأطباق، والدوائر والأواني المنزلية)، وغيرها (كالبلاستيك، والفول العازل، والملابس والأعلام القوتوغرافية).

إيثانول

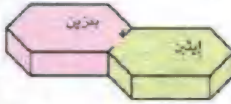
يُستَخدَمُ في تحضير سُكَّر الحلاوة والخلو، ومشتقات التجميل والكحول المسكّل ومذيبات الشدائد والراتنجيات وأنواع الصابون والأصباء وغيرها (كالدقائق - كحولات التجميل، والأصباء).

بولي إيثين

يُستَخدَمُ في صنع ملاط الشقوق وعوازل الكدورات المبردة والبلاستيك والأكواب ومواد التغليف (كما في أوعية النيران) واللباتون (للحلبات والشدائد وأوتار خضاب الشدائد) وشبكات حديد الشدائد، وغيرها (كحواشي السيارت والألعاب والشبكات اللاغراض الحاسوبية والألعاب).

كلوريد البولي إيثين

يُستَخدَمُ كمادة عازلة وكعظمية واقية (لحواشيد العار واللباتون) وخراشيم المياه والكثولي العازلة وتركيبات الشقوق وألم التوافق وولاط الأرضيات، وكذلك لصنع ورق الكدورات والشدائد والمشتقات واللباتون الواقية والحفاظية اليدوية والألعاب والأشغولات وشرايط التجميل، والكميويات (كالدقائق المطهرة وعزلات الشدائد) والمزادات وغيرها.



كربونات الصوديوم

كربونات الصوديوم Na_2CO_3 (ص + ك + أ) مركب كيميائي صناعي مهم يُحضر من حجر الجير وبلع الطعام. وتُستَخدَمُ أساساً في صنع الزجاج بالإحساء مع حجر الجير والرمل، والزجاج وحيد تكاليف الإنتاج لأنّ مادةً أوليةً متوافرة بكثرة.

يُستَخدَمُ رمزاً للشودا

(كربونات الصوديوم)

اللاصقات) بصورة رئيسية في

صنع الزجاج والكميويات

والمنظفات، وتُستَخدَمُ كمُكثِّف

أقل منه في صنع مواد أخرى.

زجاج

75%

كميويات

75%

منظفات

75%

مواد أخرى

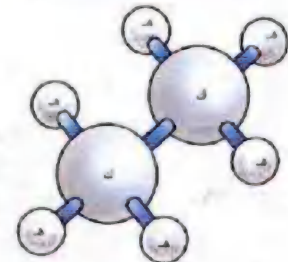
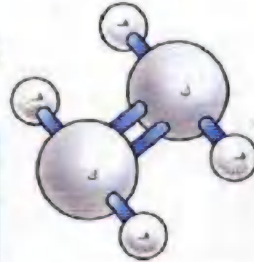
75%

الألكانات والألكينات

الألكانات والألكينات مركبات كيميائية هيدروكربونية تتألف من عنصرين فقط هما الهيدروجين والكربون. ومع أنّ ذرات هذين العنصرين مرتبطة بالشق نفسه في كلا نوعي المركبات، فإن التماثل بين ذرات الكربون أحادي في الألكانات وثنائي في الألكينات. وهذا الفرق يعني أنّ الألكينات تتفاعل مع المواد الأخرى أكثر من الألكانات (أنظر استخدمات الإيثين إلى اليسار). وتُستَخدَمُ الألكانات كوقود بصورة رئيسية. وتُباين خصائص الألكانات والألكينات تبعاً لعدد ذرات الكربون التي تحتويها.

الألكانات

عدد ذرات الكربون في السلسلة	اسم المركب	الحالة الطبيعية على ٦٢° س	الشفافية الخرجية
١	الميثان	غاز	كـ هـ
٢	الإيثان	غاز	كـ هـ
٣	البروبان	غاز	كـ هـ
٤	البوتان	غاز	كـ هـ
٥	البنزين	سائل	كـ هـ
٦	الهكسان	سائل	كـ هـ
٧	الهيبتان	سائل	كـ هـ
٨	الأوكتان	سائل	كـ هـ
٩	النونان	سائل	كـ هـ
١٠	الديكان	سائل	كـ هـ



الإيثان أكبر نموذج يحوي رابطة تساهمية بين ذرتي الكربون.

الإيثان مثال على شكل يحوي رابطة أحادية بين ذرتي الكربون.

الألكينات

عدد ذرات الكربون في السلسلة	اسم المركب	الحالة الطبيعية على ٦٢° س	الشفافية الخرجية
٢	الإيثين	غاز	كـ هـ
٣	البروبين	غاز	كـ هـ
٤	البوتين	غاز	كـ هـ
٥	البندين	سائل	كـ هـ
٦	الهكسين	سائل	كـ هـ
٧	الهيبتين	سائل	كـ هـ
٨	الأوكتين	سائل	كـ هـ
٩	النونين	سائل	كـ هـ
١٠	الديسين	سائل	كـ هـ

توزع المواد الأولية في العالم



المُتَّجِنون الرئيسيون للمواد الأولية

المادة	المتَّجِنون الرئيسيون	المتَّجِنون الرئيسيون
البوكسيت (أكسيد الألمنيوم)	أستراليا ٢٧.١ مليون طن إيطاليا ١٦.٥ مليون طن	١٠.٦٤ مليون طن
الفحم الحجري	الصين ١٠.٥٤ مليون طن الولايات المتحدة ٨.٨٩ مليون طن	٢.٨٨٢ مليون طن
الحديد	الصين ١.٦ مليون طن الولايات المتحدة ١.٥ مليون طن	٩.٢ مليون طن
الغاز الطبيعي	كندا ١.١٠٠ مليون م ^٣ الولايات المتحدة ٤٨٨.٧١٩ مليون م ^٣	٢١.٠٠٠ مليون م ^٣
خام الحديد	كندا ٢.١٠٠ مليون طن الصين ١.٦٥ مليون طن	٩.٨٤ مليون طن
كازين (نقل)	كندا ٢.١٠٠ مليون طن الجمهورية الكورية ١.٢ مليون طن	٢٣.٩ مليون طن
النفط	كندا ١.١٠٠ مليون طن الولايات المتحدة ٢٧٣ مليون طن السعودية العربية ٢.٤٧ مليون طن	٢.٩٨٧ مليون طن
بعض المعادن	الولايات المتحدة ٢.٤٥ مليون طن الصين ٢.٨٣ مليون طن	١.٨٩ مليون طن
الكبريت	الولايات المتحدة ١.١٦ مليون طن الصين ٧.١ مليون طن	١٠.٢٤ مليون طن
الخشب	الولايات المتحدة ١.٠٩ مليون م ^٣ كندا ٨٦٢ مليون م ^٣	٧.٤٤٧ مليون م ^٣

* اتحاد الجمهوريات
الشرقية الاشتراكية سابقاً

استخدامات المواد الأولية

الاستخدامات	المواد الأولية
أهم عنصر للألمنيوم - الذي يُستخدم في صناعة الطائرات ورافعات التحريك والسيارات والمعدات والأواني المنزلية.	البوكسيت (أكسيد الألمنيوم)
يُنتج الفحم الحجري بكميات رئيسية من الكبريت، ويُستخدم وقوداً لتدفئة المنازل وتوليد الكهرباء.	الفحم الحجري
يُستخدم الحُكاس في صنع الأسلاك والكوابل المُوصلة للكهرباء، وفي تصنيع سبائك من السبائك كالحديد الأصفر.	الحديد
يُستخدم الغاز الطبيعي في صنع الأسمدة، وفي المنازل يُستخدم وقوداً لتدفئة والمُخَبَّر.	الغاز الطبيعي
يُستخدم الحديد في تصنيع قطع حركات السيارات والمعدات، وفي صنع الفولاذ والفولاذ القوي من الحديد وأحد المواد الرئيسة في بناء الهياكل والبنايات الشاهقة.	خام الحديد
يُستخدم الكازين في صنع الطوب والإسمنت، وبناء المنازل والخزانات المُشعَّة للمياه.	كازين (نقل)
يُستخدم النفط وقوداً لحواف الطائرات والسفن والمصانع، وفي صنع اللدائن.	النفط
يُستخدم الملح تالياً للطعام، وفي صنع هيدروكسيد الصوديوم (المطبوخة الكاوية) وكربونات الصوديوم.	ملح الطعام
يُستخدم الكبريت في تصنيع حامض الكبريتيك، الذي يُستخدم في تصنيع المعدات والمنظفات واللدائن والألياف.	الكبريت
يُستخدم الخشب في بناء المنازل وصنع الجدران (ج. جانت) والأبواب والأثاث، وهو أيضاً المادة الأولية لصنع الورق.	الخشب

مقاييس درجات الحرارة
(الترموترات)

درجة حرارة مركز الشمس ١٤ مليون كلفين

يغلي الماء على درجة
١٠٠°س (في ضغط
عادي)

درجة الحرارة
القُصوى التي يتحملها
جسم الإنسان العاري
37° ص

درجة حرارة
جسم الإنسان
العادي ٣٧°س

مرجحة الحرارة
الدنيا التي يتحللها
جسم الإنسان
العاري ٧٠ س
سرجة تتجدد الماء
صفر (٠) س

مُعَادَلَاتُ الْقُوَّةِ وَالطَّاقَةِ

تُستخدَمُ المُعَادَلَاتُ التالية عادةً في القيزياء. إنَّ بعضَ الوَحَدَاتِ المُستخدَمة في حساب هذه المُعَادَلَات واردةٌ في جداولٍ وَحَدَاتِ القياسِ العتري والإمبراطوري في الصَّفحة المُقابِلة.

$\frac{\text{المسافة المقطوعة (م)}}{\text{الزمن (ث)}}$	$\text{تقدير السرعة (م/ث)}$
$\text{الكتلة (كغ)} \times \text{التسارع (م/ث}^2\text{)}$	$\text{القوة (كغ م/ث}^2\text{ أو ن)}$
$\frac{\text{تغير السرعة (م/ث)}}{\text{الزمن (ث)}}$	$\text{التسارع (م/ث}^2\text{)}$
$\text{الكتلة (كغ)} \times \text{السرعة (م/ث)}$	$\text{كمية الحركة (كغ م/ث)}$
$\text{القوة (ن)} \times \text{الزمن (ث)}$	الدفع (ن ث)
$\text{القوة (ن)} \times \text{المسافة المقطوعة (م)}$ باتجاه القوة	$\text{الشغل (ن م أو جول)}$
$\frac{\text{الشغل المبذول (ن م)}}{\text{الزمن (ث)}} \text{ أو } \frac{\text{تغير الطاقة (جول)}}{\text{الزمن (ث)}}$	$\text{تقدير القدرة (جول/ث أو واط)}$
$\frac{\text{الشغل الناتج (ن م)} \times 100\%}{\text{الشغل المبذول (ن م)}}$	الكفاءة (\%)
$\frac{\text{القوة (ن)}}{\text{المساحة (م}^2\text{)}}$	$\text{الضغط (ن/م}^2\text{)}$
$\frac{\text{الكتلة (كغ)}}{\text{الحجم (م}^3\text{)}}$	$\text{الكثافة (كغ/م}^3\text{)}$

مفتاح الرموزة: جول - جول، كغ - كيلوغرام، م - متر، ن - نيوتن،
ث - ثانية، واط - واط.

خَطُّ يَلْمُؤُل

نَقَمُوا الشَّرَّ لَأَن مُّعَذِّلَ كِتَابِهَا أَقْلُ مِنْ كِتَابَةِ
الْعَاءِ وَيُطْلَى عَادَةً عَلَى جَانِبِ هَيْكَلِ السَّبِيَةِ
عِلَالَةً تُدْعَى حَقْدُ يَحْمُولُ بَيْنَ الْحُمُولَةِ السَّامِيَةِ
الْفُضْوَى فَإِنْ غَطَّتِ السَّبِيَّةُ إِلَى مَا لَوْفَ تَكُونُ
مِنْ طَرَفِ الْحُمُولَةِ

علامات فيسول حسب
سجل لويد

مات غيب جاري TF

مات غيب جاري F

مات غيب سبيل S

مات غيب سبيل W

مات غيب سبيل Y

مات غيب سبيل ANA

تشيونج الأحرف على خط إلى
خطوط) فيسول إلى
سنوات الحرة المأمونة
السفينة، لي الشارات
البحار
الخطية

R

ل

الولايات المتحدة
٢٤ مليون

لاستهلاك الطاقين اليومين
لفرد مكثو جول

المملكة المتحدة
١٧,٥ مليون

أستراليا

مُعَدَّلُ الاستهلاكِ الطاقِي
اليوميِّ للفرد

بين المخطط التالي مدى
اختلاف يومياً من بلد إلى آخر.
الأرقام المعطاة تشمل مختلف
نصائح الطاقة - كالطعام
والكهرباء والغاز والبترو
ل مختلف مشتقاته.

الشبيبي
٤ مليون

الصين
٢,٥ مليون

الهند
٢ مليون



وَحَدَاتُ الْقِيَاسِ (فِي النِّظَامَيْنِ الْعِثْرِيِّ وَالْإِمْبَرَاتُورِيِّ)

وَحَدَاتُ الْقِيَاسِ

الوحدات الإمبراطورية	ما يُعادلها	الوحدات البترية	ما يُعادلها
الطول	قدم	الطول	سنتيمتر (سم)
بازة (با)	١٢٠	متر (م)	١٠٠٠
معل	١٠٠٠	كيلومتر (كم)	١٠٠٠
المساحة	فدق شرعية (قدم ^٢)	المساحة	سنتيمتر مربع (سم ^٢)
بازة شرعية (با ^٢)	١٠٠٠٠	متر مربع (م ^٢)	١٠٠٠٠
فدان	١٠٠٠٠	هكتار	١٠٠٠٠
معل شرعي	١٠٠٠٠	كيلومتر مربع	١٠٠٠٠٠٠
الحجم	طيط (طل)	الحجم	سنتيمتر مكعب (سم ^٣)
باجات	١٠٠٠	لتر (ل)	١٠٠٠
كرويات	١٠٠٠	متر مكعب (م ^٣)	١٠٠٠
دالون	١٠٠٠	الكثافة	كيلوغرام (كغ)
الكتلة	بيلو	مُر (مُر)	١٠٠٠٠
بيلو	١٠٠٠٠		
مُر	١٠٠٠٠		

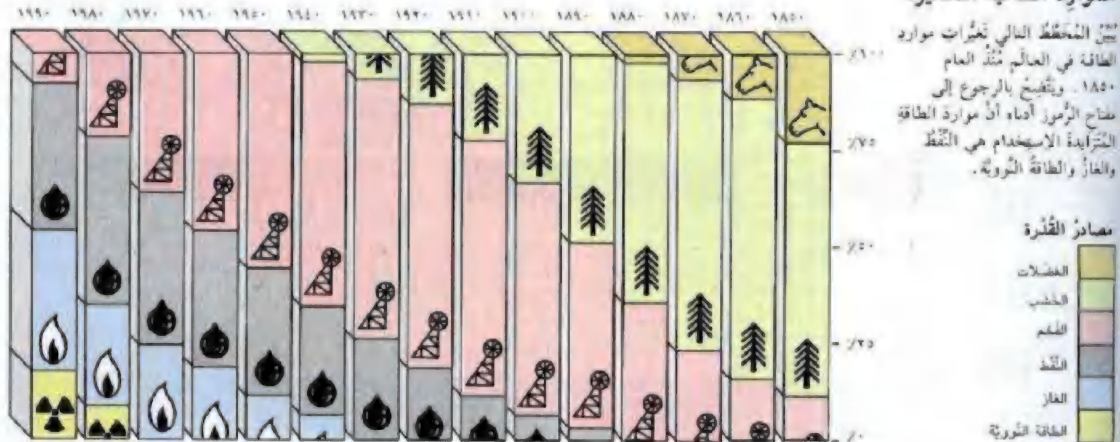
التحويل من وحدات إمبراطورية إلى مترية

التحويل من وحدات مترية إلى إمبراطورية

إعرب في	إلى	للتحويل من	إعرب في	إلى	للتحويل من
٢,٥٤	سنتيمترات	الطول	٠,٢٩	إحداثيات	إحداثيات
٠,٣٠	أمتار	القدم	٢,٢٨	أقدام	أمتار
١,٦٦	كيلومترات	أميال	٠,٦٢	أميال	كيلومترات
٦,٤٥	سنتيمترات مربعة	المساحة	٠,١٦	إحداثيات مربعة	سنتيمترات مربعة
٠,٠٩	أمتار مربعة	أقدام مربعة	١٠,٧٦	أقدام مربعة	أمتار مربعة
٠,١٠	هكتارات	فدادين	٢,٤٧	فدادين	هكتارات
٢,٥٩	كيلومترات مربعة	أميال مربعة	٠,٣٩	أميال مربعة	كيلومترات مربعة
١٦,٣٩	سنتيمترات مكعبة	الحجم	٠,١٦	إحداثيات مكعبة	سنتيمترات مكعبة
٠,٥٧	لترات	باجات (إمبراطورية)	١,٣٦	باجات (إمبراطورية)	لترات
٢,٥٥	لترات	غالونات (إمبراطورية)	٠,٢٧	غالونات (إمبراطورية)	لترات
٢٨,٣٦	غرامات	الكتلة	٠,٠٤	أونصات	غرامات
٠,١٥	كيلوغرامات	بيلو	٢,٢٠	بيلو	كيلوغرامات
١,٠٢	طنان	أمتان (إمبراطورية)	٠,٩٨	أمتان (إمبراطورية)	طنان

الموارد الطاقية المتغيرة

بين المخطط التالي تُعْرَضُ موارد الطاقة في العالم منذ العام ١٨٥٠. ويُفَضَّلُ بالرجوع إلى مفتاح الرموز أدناه أذ موارد الطاقة المتزايدة الاستخدام هي النفط والغاز والطاقة النووية.



الكهرباء والمغناطيسية

الوحدات الدولية - جدول رموزها

نظام الوحدات الدولية مبني على الوحدات المثق عليها دوليًا للاستخدام في الأغراض العلمية. والمضاعفات المستخدمة مع بعض الوحدات الكهربائية في هذا النظام صفرًا أو كبرًا، تشمل: كيلو 10^3 ، ميكر 10^{-6} .

الكمية	الرمز	الوحدة	الاختصار	التوضيح
شحنة	ق	كولوم	ق	شحنة إلكترونية أو المولدة فلفلية وتسمى تيارًا كهربائيًا في الدارة. فرق الجهد الذي مقداره كولوم يتدفق تيارًا مقداره أمبير عبر مقاومة مقداره أوم.
شدة التيار	ا	أمبير	ا	التيار هو تدفق من الجسيمات المشحونة (من الإلكترونات عادة) بحيزان 10^{-19} إلكترون في الثانية يساوي أمبيرًا واحدًا.
مقاومة	م	أوم	أوم (Ω)	مقاومة الموصل هي مقدار صده لإعيار التيار. وهذه المقاومة تسبب تحول بعض الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.
طاقة	طا	جول	جول	يستهلك جول من الطاقة الكهربائية في الثانية عندما يجري تيار مقداره أمبير عبر مقاومة مقداره أوم.
قدرة	قد	واط	واط	القدرة هي معدل الشغل المبذول أو الطاقة المستهلكة. إن قدرة واط واحد تساوي شغل جول واحد في الثانية.
كمية الشحنة الكهربائية	ك	كولوم	كل	الكولوم وحدة قياس كمية الشحنة الكهربائية. وهو يساوي الشحنة المنقولة بواسطة تيار مقداره أمبير في ثانية.

التعبير بالمعادلات

المعادلات الشبكية أدناه لا تعني شيئًا بحد ذاتها؛ لكن قُلَّ منها يُستنتج من الحصول على ثلاث معادلات - كل واحدة منها تُستنتج من احتساب إحدى الكميات الثلاث إذا كانت أثنان منها معروفين. والحصول على الجواب الصحيح يجب التعبير عن جميع الكميات بوحدات من نظام القياس نفسه (نظام الوحدات الدولي).

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{حيث } I \text{ شدة التيار، } Q \text{ الشحنة، } t \text{ الزمن}$$

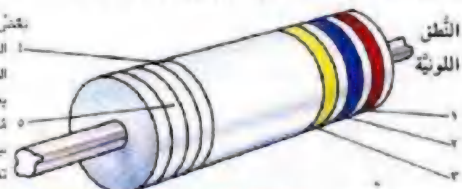
$$P = I \times V \quad \text{حيث } P \text{ القدرة، } I \text{ شدة التيار، } V \text{ الجهد}$$

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{حيث } R \text{ المقاومة، } V \text{ الجهد، } I \text{ شدة التيار}$$

الشحنة الكهربائية	$Q = I \times t$
شدة التيار	$I = \frac{Q}{t}$
القدرة (التيار في المقاومة)	$P = I \times V$
الجهد	$V = \frac{P}{I}$
المقاومة	$R = \frac{V}{I}$

المقاومات الكهربائية

تستخدم المقاومات للتحكم في سريان التيار في الدارة؛ وتقاس المقاومة بالأوم (Ω). وتظهر قيمة المقاومة عادة بالأوم (Ω) - شحنة بثلاثة أرقام مكوّنة هي جزء من شحنة لونية خاصة.



قيم المقاومات
اللون الأول هو الجزء من الشحنة اللونية الشبكية أدناه. والخزان الأولان يبينان العددين الأولين من قيم المقاومة. أما الخزان الثالث فيبين الكمية التي يجب مضاعفتها العددين الأولين بها. (أي، عدد الأرقام الشبكية بعد هذه الأعداد).

اللون	القيمة
أبيض	1
أصفر	2
أخضر	3
أزرق	4
بنفسجي	5
بني	6
أحمر	7
برتقالي	8
أسود	9
ذهبي	0.1
فضي	0.01

اللون	القيمة
أبيض	1
أصفر	2
أخضر	3
أزرق	4
بنفسجي	5
بني	6
أحمر	7
برتقالي	8
أسود	9
ذهبي	0.1
فضي	0.01

الرموز الكهربائية والإلكترونية

الرموز المستخدمة عادة لبعض مقومات الدارات الكهربائية والإلكترونية مبيحة أدناه. أحياناً تستخدم رموز بديلة لكثير من هذه المقومات، بخلاف في الكتب المنشورة في بلدان مختلفة.

شفرة مورس

يمكن إرسال الرسائل بشفرة مورس المثقبة عليها دولاً والمؤلفة من نقط وشريط تمثل الحروف والأرقام وسمايات أخرى.

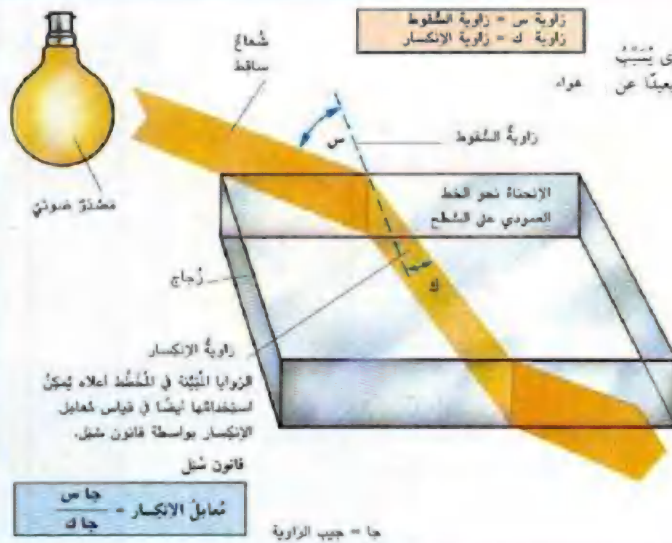
a	• —	m	— —	y	• — — —
b	— • — •	n	— •	z	— • — •
c	• — • — •	o	— — —	1	— — — —
d	• — • —	p	• — — —	2	• — — —
e	• — — —	q	• — — •	3	• — — —
f	• — • —	r	• — • —	4	• • — —
g	• — — —	s	• — — —	5	• • — •
h	• • — —	t	— —	6	• • — •
i	• • — —	u	• — — —	7	• — — •
j	• — — —	v	• • — —	8	• — • —
k	• — — —	w	• — — —	9	• — • —
l	• — • —	x	• • — —	0	— — — —

نظام الترميز الثنائي

تستخدم الحاسبات الإلكترونية نظام الترميز الثنائي للأعداد، بالأحادي والاصفر فقط 0 و 1. بخلاف النظام العشري، الذي يحتوي عشرة أرقام، من صفر (0) إلى تسعة (9). في النظام العشري، تمثل الأعداد الطويلة (من اليمين إلى اليسار) الأحاد، العشرات، المئات، الآلاف، وهكذا تواليك. أما في النظام الثنائي، فتمثل الأعداد الطويلة الأحاد، الاثنينات، الأربعات، الثمانيات، وهكذا ذواتك.

الأعداد العشرية				الأعداد الثنائية	
8	4	2	1	10	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	2
1	1	0	1	1	3
1	1	1	0	1	4
1	1	1	1	1	5

شقاوم	فعلصار	أقور
موسع	شقاوم ضوئي الاعتماد	شقاوم متغير
جوز	دايود هواء	ثلاثي (ثلاثي)
خشبية	مكروغون	مظهر
بطارية	شعول	ضهرة
بفلاذ (بفتاح)	ثبوتية موجبة	ثبوتية سالبة
خطوط المجال الكهربائي (سالبة)	خطوط المجال الكهربائي (موجبة)	هوائي
ترانسفورماتور	ترانسفورماتور	خطوط المجال المغناطيسي
بوابة "و"	بوابة "أو" (فارة "أو")	عاكس الطور (بوابة "ن")
سلكان موصولان	سلكان غير موصولين	دارة كهربائية متكاملة



معامل الانكسار

إنَّ تغيُّرَ سرعة الضوء عند انتقاله مائلاً من مادة شفافة إلى أخرى يسبب تغيراً في اتجاهه . وكلما ازداد هذا التغير يزداد انحناء الضوء بعيداً عن اتجاهه الأصلي .

معامل (أو دليل) الانكسار هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وسرعته في مادة شفافة أخرى .

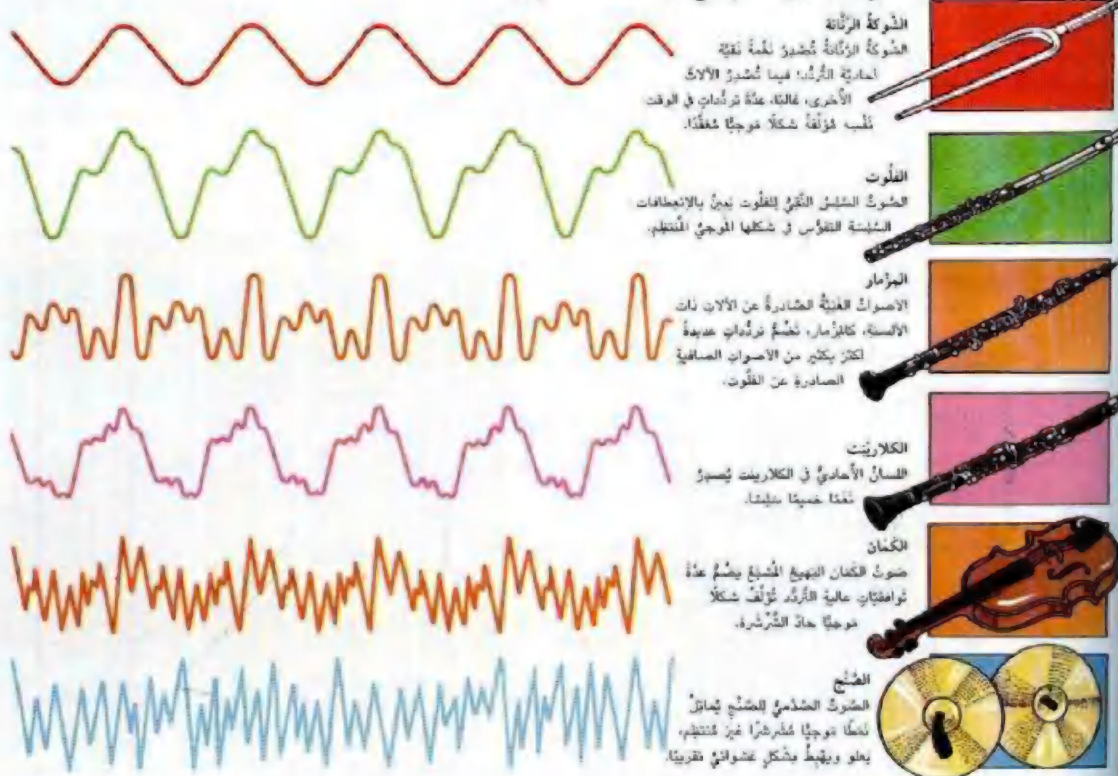
$$\text{معامل الانكسار} = \frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة الضوء في تلك المادة}}$$

معامل انكسار الماء (١.٣٣) هو أقل من معامل انكسار الزجاج (١.٥) . وهذا يعني أنَّ الضوء يُثَبِّتُ كثيراً . وبالتالي يكون انحناءه أكثر عند مروره في الزجاج منه عند مروره في الماء .

المادة	معامل الانكسار	سرعة الضوء (م/ث)
الهواء	١.٠٠٠	٣٠٠٠٠٠٠٠٠
الماء	١.٣٣	٢٢٥٠٠٠٠٠٠
الزجاج	١.٥	٢٠٠٠٠٠٠٠٠
الزجاج	١.٥	٢٠٠٠٠٠٠٠٠
الألماس	٢.٤	١٢٠٠٠٠٠٠٠

مدى التردد لآلات موسيقية

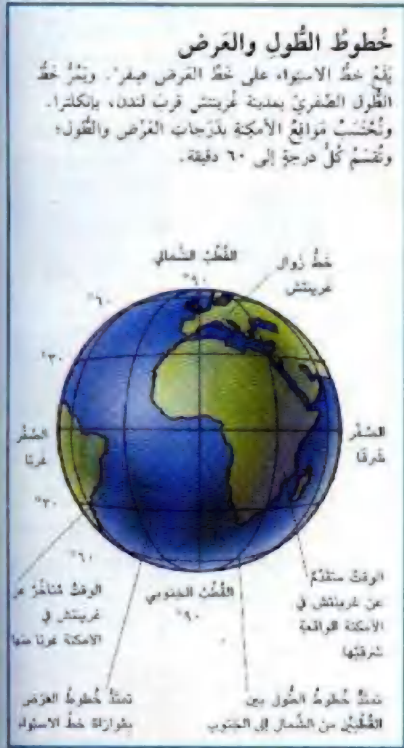
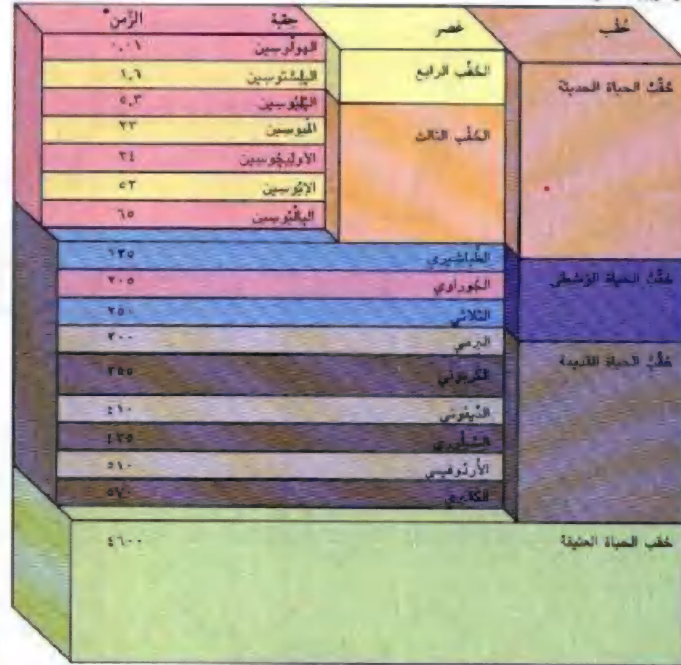
تصنِّعُ كلُّ الآلات صوتاً يجعلُ شيء يتذبذب أو يهتز فيها . هذه الاهتزازات تنتجُ في الهواء الأمواج الصوتية التي تنتقل إلى أذاننا مُحدثةً تأثيرات سريعة في ضغط الهواء مُتساوئة مع ذبذبة الآلة .



الأرض

جدول الأزمنة الجيولوجية

هذا الجدول يوضح تاريخ الأرض الذي يُختص بدراسة العصور التي تكونت فيها طبقات الصخور الرسوبية المتنوعة.



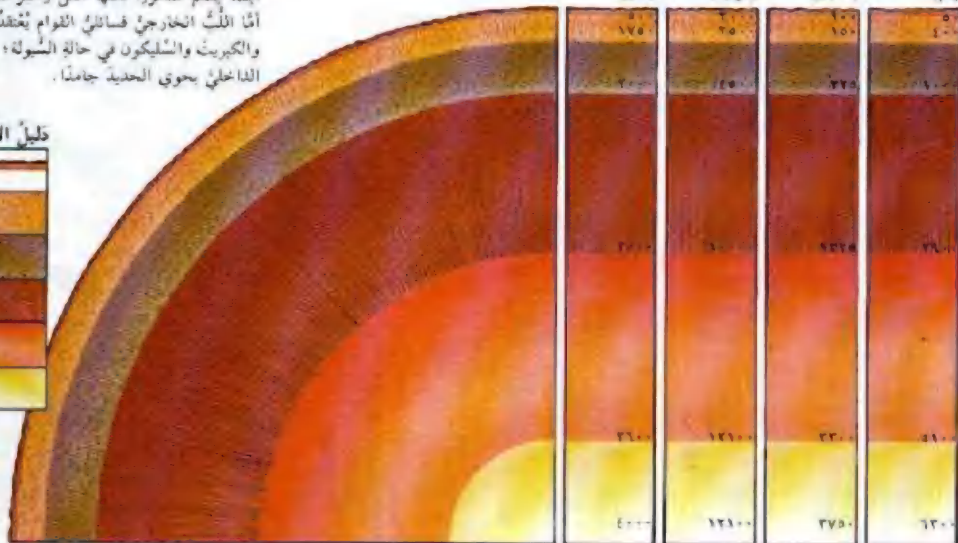
الزمن بدلا من السنين قبل العصر الحاضر.

بنية الأرض

تتألف بنية الأرض من أربع طبقات، الطبقة الخارجية، أو القشرة، تتألف من أنماط صخرية مختلفة كالبازلت والجرانيت. والنتار أيضا يتألف من صخور أقل وأكثر كثافة من صخور القشرة. أما اللب الخارجي فساكن في حالة السائلة، في حين يُرجح أن اللب والكبريت والسليكون في حالة السائلة، في حين يُرجح أن اللب الداخلي يحوي الحديد جامدا.

دليل الألوان

القشرة	
النتار العلوي	
بمنطقة تتحول	
النتار	
اللب الخارجي	
اللب	



مقياس «موهر» للصلادة

ابتكر عالم المعادن الألماني، فريدريخ موهر، جدولاً معيارياً لقياس الصلادة بالشغارة مع صلادة عشرة معادن مختارة. تزداد صلادة المعادن بازدياد رقم صلادته - أي إن كل معدني يتحطم المعادن ذات الأرقام الأقل من رقم صلادته.

		
صلادة الظفر حوالي ٢,٥	٦ - الأرثوكلاز	٩ - الطليق
		
صلادة قطعة نقد ٥٠ سنت	٧ - الكوارتز	٢ - الجبس
		
صلادة الشوكة ٥,٥ (فلسيتيغ) خدش الأباتيت وليس الأرثوكلاز.	٨ - الميكا	٣ - الكلسيت
		
	٩ - الكورنديم	٤ - الفلوريت
		
	١٠ - الألباس	٥ - الأباتيت

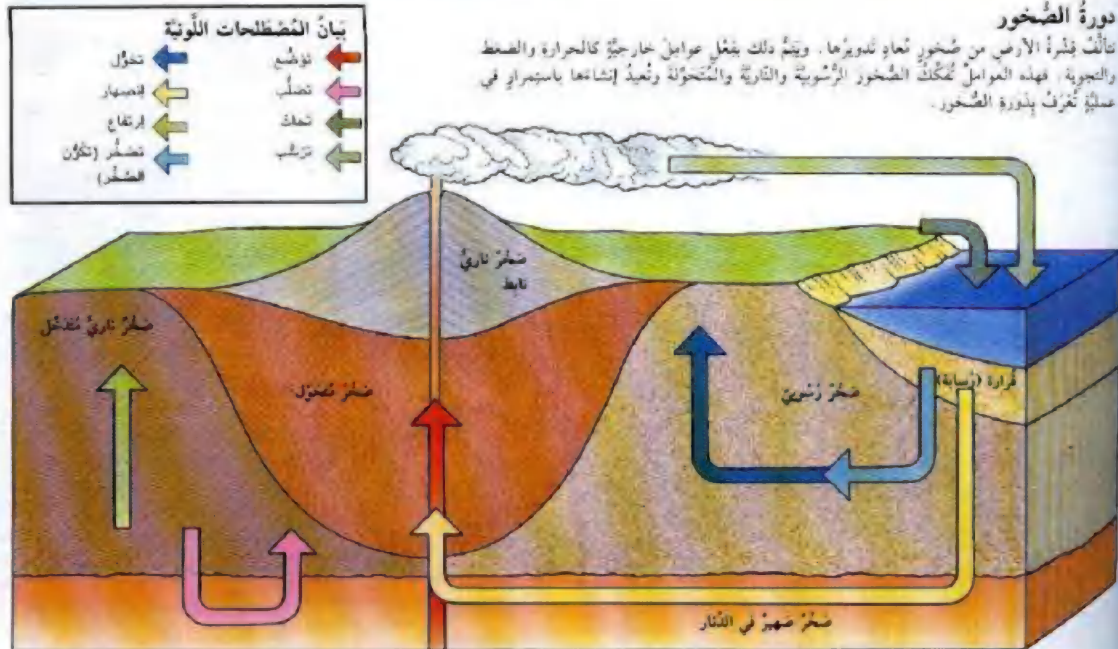
الصخور الشائعة

الصخور التي تولد الأرض إما نارية (بركانية) أو رسوبية أو متحولة. تنشأ الصخور النارية من تصلب الصهارة (الصخر المنصهر). وتتشكل الصخور الرسوبية من كسارة الصخر والزمل والغرين المتجمعة بضغط الطبقات فوقها. وتتكون الصخور المتحولة بتغير المحتوى المعدني للصخر بتأثير الحرارة والضغط. وفي ما يلي عشرة أمثلة شائعة من كل نوع:

ناري	رسوبي	متحول
غرانيت	حجر جيري	أردواز
اسواني	دولوميت	هبلتيت
چلثرو	حجر رملي	شست
دولزيت	كوتجويرات (زصيص)	نايس
ماربلك	بازاليت (بريشة)	هورنبلت (صخور قلبية)
فنديزيت	رأسية البقر (الفايروزيت)	زغام
سنتي (الكمبدي)	حجر غريني	كوارتزيت (هزويت)
ديوريت	حجر مليني	ميجماتيت
صخر يوربيري (شاققي)	طفل (طين صفحي شطجور)	امفيبوليت (الحانوات)
زيروليت	صلصال	تاكتيت

دورة الصخور

تتألف قشرة الأرض من صخور متعاد لتدويرها. ويتم ذلك بفعل عوامل خارجية كالحرارة والضغط والتجوية. فهذه العوامل تشكلت الصخور الرسوبية والنارية والمتحولة وتعيد إنشائها باستمرار في عملية تعرف بدورة الصخور.



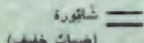

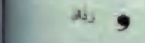

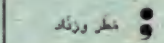
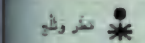

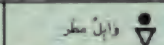
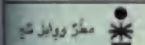
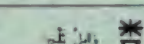





تألفت مُنْطَلَقَ الأرصَادِ الْعَالَمِيَّةِ مِنْ شَيْخَةِ نَصْمٍ قُرْبَاءُ ١٠٠٠٠ نَخْطَةِ أَرْصَادٍ جَوِّيَّةٍ دَائِمَةٍ فِي سَارِ أَسْجَادِ الْعَالَمِ. وَتَوَاتَوَى التَّفَاوُرُ مِنْ هَذِهِ الْمَحْطَاتِ تَلْفُوفِيًّا كُلُّ ثَلَاثِ سَاعَاتٍ (شُعْرَى سَاعَاتِ الرُّضْدِ الْآتِي) إِلَى ثَلَاثَةِ عَشَرَ مَرَكْزًا وَرَبِيسًا لِرُضْدِ الْقُطْبِ تَنْظَرُ عَلَى عُرْطَةِ الْعَالَمِ السَّيِّئَةِ جَانِبًا. وَتَقُومُ هَذِهِ الْمَرَاكِزُ بِتَرْسِيُولِ الْمَعْلُومَاتِ الَّتِي تَصِلُهَا عَنْ الْقُطْبِ بِاسْتِمْرَارٍ إِلَى جَمِيعِ بُلْدَانِ الْعَالَمِ يُعِيدُ نَشْرَاطَهَا وَتَنْوِيذُهَا الْجَوِّيَّةَ.

يُبين الجدول التالي الأحوال المعوية القصوى المستحيلة حول العالم. الظروف القصوى هي في بعض الأماكن جزء من النمط المعتاد في تلك الأصقاع. وفي أماكن أخرى تقطع ظروف، كالتقيضات أو الحفاف، النمط المعتاد.

المكان الأعظم رياحا
تبليغ شريعة العواصف ٢٧٠ كم/ساعة في خليج الكويت، ساجل جورج الخامس، القارة القطبية الجنوبية.



يستخدم الرصايدون قائمة من الرموز لبيان الطقس وسرعة الرياح والارتفاع النسبية أثناء عمدها عالمياً، فتشركت على خواص الطقس فإنها توفر معلومات أساسية تستخدم في إعداد نشرات وتنبؤات الأحوال الجوية. ويستخدم تجميع نشرات الأحوال الجوية التلفزيونية نسخاً مبسطة من هذه الرموز.

<p>شاقورة (صيات خليف)</p> 	<p>خستاب</p> 	<p>وَرْدَا</p> 
<p>مطر</p> 	<p>مطر وَرْدَا</p> 	<p>مَطَرٌ وَوَالِدٌ شَج</p> 
<p>شَج</p> 	<p>وَالِدٌ مَطَر</p> 	<p>مَطَرٌ وَوَالِدٌ شَج</p> 
<p>وَالِدٌ شَج</p> 	<p>وَالِدٌ مَرَد</p> 	<p>عاصِفَةٌ زَائِدَةٌ</p> 
<p>خَيْبَةٌ بِلْدَنَة</p> 	<p>خَيْبَةٌ دِلَّة</p> 	<p>جَنَّةٌ مَرْكَبَة</p> 

برياغ من الشقفية إلى العاصفة

هادى

(اصلا)

مراكز رصد الطقس

مواقع الثلاثة عشر مركزاً لرصد
الطقس مُمَيَّزة على خريطة العالم،
وهذه المواقع هي:

1. واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة
2. برازيل، المملكة المتحدة
3. باريس، فرنسا
4. أوقشاخ، ألمانيا
5. براغ، تشيكوسلوفاكيا
6. موسكو، روسيا
7. القاهرة، مصر
8. نيويوركي، الهند
9. بيجين، الصين
10. طوكيو، اليابان
11. ملبورن، أستراليا
12. نيروبي، كينيا
13. برازيليا، البرازيل



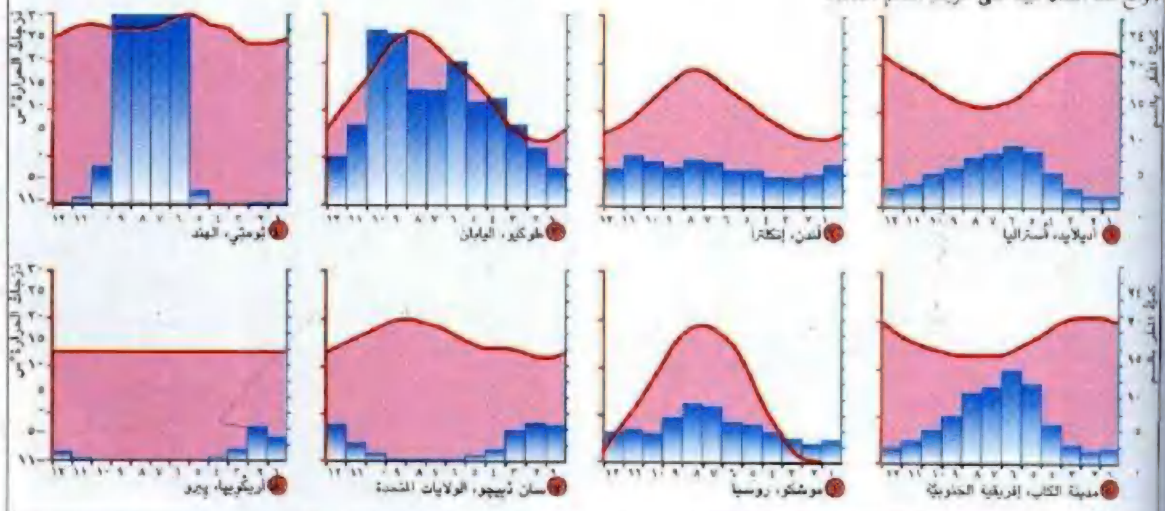
تيارات محيطية



هذه الخريطة تُبيِّن مواقع
مراكز الرصد الجوي حول
العالم، كما تُبيِّن أيضاً المناطق
المناخية الرئيسية والتيارات
المحيطية في العالم.

مناخ المدن الرئيسية

الرسم البياني أدناه يُبيِّن التغيرات الإحصائية لمزجات الحرارة وكميات المطر لمُدُن مُختلفة حول العالم
(مواقع هذه المُدُن مُمَيَّزة على خريطة العالم أعلاه).



القضا

المج النجوم

يُقاس لمعان النجم بالقدر المُحدّد له . وكلّما انخفض القدر كان النجم ألمع . بحيث إنّ لمعان نجم من قدر مُعيّن يزيد مرّتين ونصفاً على لمعان نجم من القدر الذي يليه كما يحدّد من الأرض . أمّا القدر المُطلَق فهو كمية الضوء التي يتبعها النجم فعلاً .

الاسم	الظاهر	المطلَق	المقدّر من الشمس (بالنسبة المئوية)
الشعري البعيدة	١.٤٦ -	١.٤ +	٨.٦٥
شهب	١.٧٣ -	٤.٦ -	١٢.٠٠
خصار	١.١ -	٤.١ +	٤.٣٨
النشامك الزامح	١.٦ -	١.٣ -	٣.٦
النشامك الواقع	١.٤ +	١.٥ +	٣.٦
العنبر	١.٨ +	١.٥ -	٣.٢
رجل العنبر	١.٩ +	١.٥ -	٣.٠٠
الشعري الشامية	١.٣٥ +	٣.٦ +	١١.٤
شككت (أو إند) الجوزة	١.٤٩ +	٣.٧ -	٣.١٠
أبو الشعر	١.٥١ +	٣.٥ -	١١.٧
الوزن	١.٦٢ +	٤.٦ -	٤.٩٠
النشامك الطائر (المحمر)	١.٧٧ +	٣.٣ +	١.٦
الدبران (عمد القوس)	١.٨٥ +	٠.٧ -	٦.٩
نجم نعيم (الصليب الجنوبي)	١.٩١ +	٣.٧ -	٣.٧٠
قلب العقرب	١.٩٤ +	٤.٥ -	٤.٣٠
النشامك الأزرق (الشكيلة)	١.٩٦ +	٣.٦ -	٣.٦٠
رأس الثور الموحّ	١.١٥ +	١.٠ +	٣.٥
قم الصوت	١.٦٦ +	١.٩ +	٣.٣
نجم الأسد (النجم)	١.٣٥ +	٧.١ -	١٨.٠٠
نجم نعيم الثاني	١.٣٥ +	٥.١ -	٤.٨٩
قلب الأسد	١.٣٥ +	٠.٧ -	٨.٥
العنبر	١.٥٠ +	٤.٤ -	٦.٨١

الشمس

الشمس أمتع النجوم في مساحتها بلا مُنازع سبب قربها من الأرض . بحيث إنّ ضوء الشمس يستغرق ٨.٣ دقائق ليصل إلينا . فإنّ الشمس التي نراها هي الشمس قبل ٨.٣ دقائق .



كتلة الشمس ١.٩٩ × ١٠^{٣٠} كغ
درجة حرارتها السطحية ١٠.٠٠٠ ك°
درجة حرارة لبها ١٥.٠٠٠.٠٠٠ ك°
قطرها ١.٣٩٢.٠٠٠ كم

أعظم الرّجُم

الاسم	البلد	الوزن التقريبي بالطن
قونا وشنت	جنوب غرب إفريقيا	٦٠
شيمة الانديغيتو	جربتلند	٣٠.٥
بالتوبريكو	المكسيك	٢٧
الثوسي	نمراشيا	٢٦
اجيالك	غرب جربتلند	٢٠.١
ارميتي	جمهورية سلوفاكيا الشعبية	٢٠
لشوبادروس	المكسيك	١٤
ويلايت	الولايات المتحدة	١٤
كاسيو دي سيجلو	الأرجنتين	١٣
مشرابلا	أستراليا	١٢

الكواكب السّيارة

هناك تسع سّارات في النظام الشمسي تقع في مجموعتين تقريباً . المجموعة الأقرب إلى الشمس هي الكواكب الصخرية الأربعة - عطارد والزهرة والأرض والمريخ . وتُسمّى المجموعة الأبعد المعالقة الغازيّة وهي المشتري وزحل وأورانوس ونبتون . أمّا بلوتو فهو الكوكب التاسع الشّاذّ . إذ أنّه أصغر الكواكب السّيارة ويألف من صخر وجليد .

الكوكب	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل	أورانوس	نبتون	بلوتو
المقدّر من الشمس	٥٧.٩	١٠.٨٢	١٤٩.٦	٢٢٧.٩	٧٧٨.٣	١.١٢٧	٢.٨٧	٤.١٩٧	٥.٩١٢
بملايين الكيلومترات									
القطر الاستوائي (بالكيلومتر)	٤.٨٧٩	١٢.١٠٤	١٢.٧٥٦	٦.٧٨٦	١٤.٩٨٤	١٢.٠٥٦	٥.١١٨	٤.٩٥٨	٣.٣٨٤
الكثافة (الأرض = ١)	٠.٥٦	٠.٨٢	١	٠.٩٠٧	٣.١٨	٩٥	١.٤٥	١.٧	٠.٠٠٢
الحجم (الأرض = ١)	٠.٠٥٦	٠.٨٦	١	٠.٢٥	١.٣١٩	٧٤.٤	٦٧	٥٧	٠.٠٩
درجة حرارة السطح (س°)	١٨٠ -	٤٨٠ +	٧٠ -	١٢٠ -	١٥٠ -	١٨٠ -	٢١٤ -	٢٢٠ -	٢٣٠ -
إلى + ١٢٠			٥٥ + إلى	٢٥ + إلى					
جاذبيّة السطح (الأرض = ١)	٠.٣٨	٠.٩	١	٠.٣٨	٢.٦٤	٠.٩٢٥	٠.٧٩	١.١٢	٠.٠٢٥
زمن الدوران حول الشمس (سنة الكوكب)	٨٧.٩٧ يوماً	٢٢٤.٧ يوماً	٣٦٥.٢٦ يوماً	٦٨٦.٩٨ يوماً	١١.٨٦ سنة	٢٩.٤٦ سنة	٨٤.٠٦ سنة	١١٦.٤ سنة	٢٤٨.٥ سنة
زمن التدوير الكاملة (يوم الكوكب)	٥٨.٦٥ يوماً	٢٤٢.٠١ يوماً	٢٣.٩٢ يوماً	٢٤.٦ يوماً	٩.٩٠٥ سنة	١٠.٩٠٥ سنة	١١.٦٦ سنة	١٦.١٦ سنة	١٦.٦٦ سنة
السرعة المداريّة (كم/ث)	١٧.٩	٣٥	٣٩.٤	٢٤.١	١٣.١	٩.٦	٩.٨	٥.٤	٤.٧
عدد الأقمار	-	-	١	٢	١٦	١٨	٢٥	٨	١

الكوكبات

سماء الأرض مَرَصعةٌ بحوالى ٦٠٠٠ نجم يُمكنُ رؤيتها بالعين المجردة. والنجوم التي نراها تتحرك على مَرَقِعَاتٍ على سطح الأرض وعلى ذلك الوقت من السنة. ويُسمى الخريستان الشرقيتان النجوم التي يُمكنُ رؤيتها من نصفي الكرة الشمالي والجنوبي. ونتيجةً لتدويم الأرض تبدو النجوم كأنها تتحرك عَبْرَ السماء، لذا يُسمي تدوير هذه الحركات أيضًا. فالنجوم الواقعة في وسط الخريطين. تُظَلُّ تُرى على مدار السنة، أمَّا تلك الواقعة على الحواف تُرى فقط في أوقات مُعَيَّنَةٍ من السنة.



الدب الأكبر
تقول أسطورة يونانية إنها امرأة جميلة خولتها إلهة غيور إلى دب.



الفرس الأعظم
شُيِّدَ هذه التكوينة كشكل حصان ليحلج. وفي الأساطير اليونانية، أنها حصان قفز من بهاء قوله تدعى بدورا. بعد أن قتلها فرسازس.

الجبار
الجبار إحدى الكوكبات التي يُمكنُ رؤيتها بسهولة. وفي الأساطير اليونانية إن الجبار كان حياكًا ناجحًا، لكنه مُتَعَبِرِف.



الكلب الأكبر
هذه التكوينة تُشَبِّهُ أحد الكلبين الشبقي فكلهما على عظمي الجبار. والشعري اليونانية، المَع نجم في السماء. هي إحدى النجوم التي تَؤَلَّفُ هذه التكوينة.



قنطورس
كثيرًا التكوينة فتكافئ الأسطوري قنطور الذي نَشَبَ الأعراس إنسانًا. وأستل حصان. وهي نُشَبُ الطلمان القريب، أقرب نجم إلى الأرض (عند الشمس).

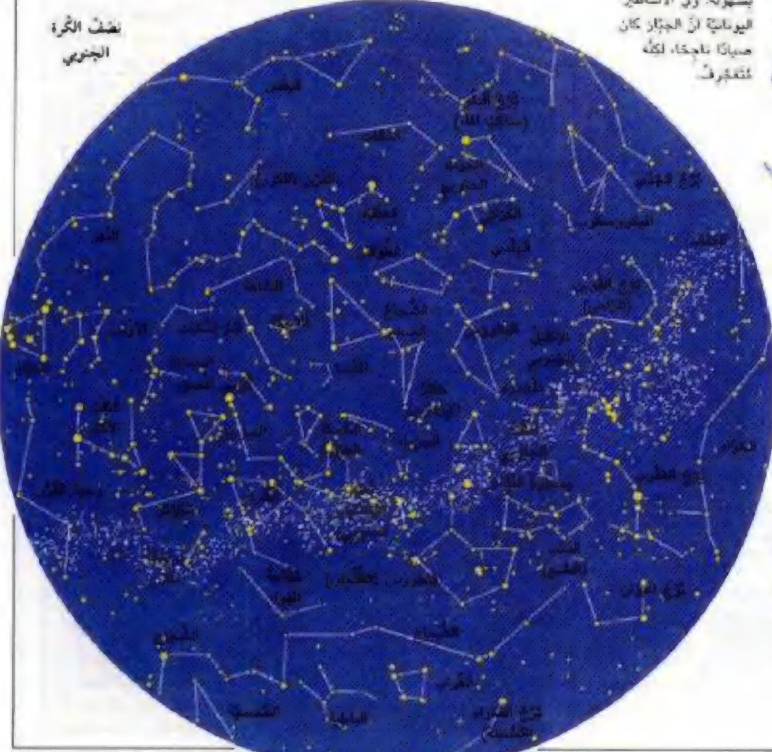


نُجْمُ القُورب
في الأساطير اليونانية إن القُورب أرسل ليُطْلَقَ الجبار. والتوكستان لكمان الآن في طرفين متقابلين من السماء. فعندما يُجِئُ الجبار يَطْلُقُ القُورب.

نصف الكرة الشمالي



نصف الكرة الجنوبي

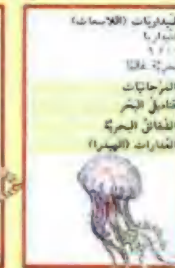
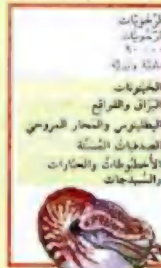
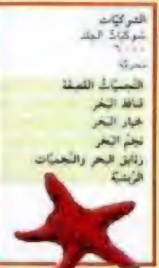


الحيوانات

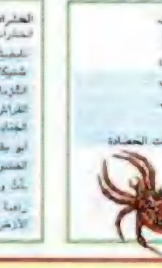
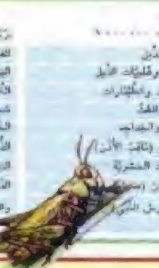
عالم الحيوان يحوي كائنات تتنوّع في النشأة، أو الحيوانات، أو الحيوانات الأخرى، أو ببقاياها. معظم الحيوانات يستطيع التنقل من مكان إلى آخر، لكن بعضها يقضي حياته الباقية في مكان واحد، هناك ما بين ١٠ إلى ٣٠ مليون نوع من الحيوانات.

اللافقاريات هذه الفئة العائدة تشغل جميع الحيوانات التي ليس لها عود بقرني، وتضم أكثر من تسعة أعشار جميع أنواع الحيوان. الكثير من اللافقاريات رطوب الجسم يعيش في الماء أو في الفراغ البيئي الرطبة. وتلعب شعبة المفصليات بأشكالها حلقاً شديداً في الماء وعلى الأرض.

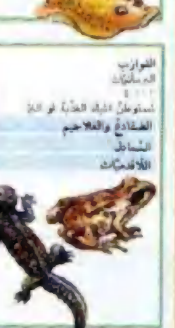
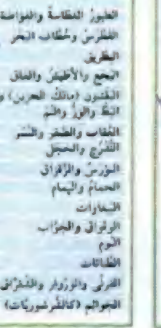
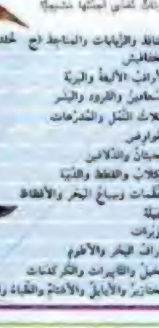
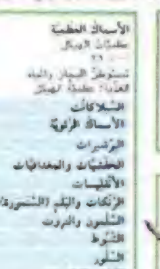
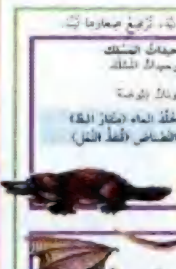
اللافقاريات (اللاسعات)
 ٩٢٠٠٠
 بحرية غالباً
 الرخويات
 قناديل البحر
 المطنّات البحرية
 اللبونات (البهيمة)



المفصليات هذه الشّعبة الكبيرة تحوي حيوانات مفصّلة الاجسام لشدة عضلاتها هيكل خارجي. يضم الهيكل الخارجي الجسم ويحميه، كما يمتد من الشّفاف على الأرض.



الحبّات هذه الشّعبة تحوي حيوانات ذات جلي عصبي وشعري جاسي يعدّ عن طول الجسم، وفيها ٢٤٠٠٠ نوع أغلبها تقريباً مقاربة (أي تحوي صورا مقاربة)، أما الشّحيت



اللافقاريات (اللاسعات)
 ٩٢٠٠٠
 بحرية غالباً
 الرخويات
 قناديل البحر
 المطنّات البحرية
 اللبونات (البهيمة)

المفصليات هذه الشّعبة الكبيرة تحوي حيوانات مفصّلة الاجسام لشدة عضلاتها هيكل خارجي. يضم الهيكل الخارجي الجسم ويحميه، كما يمتد من الشّفاف على الأرض.

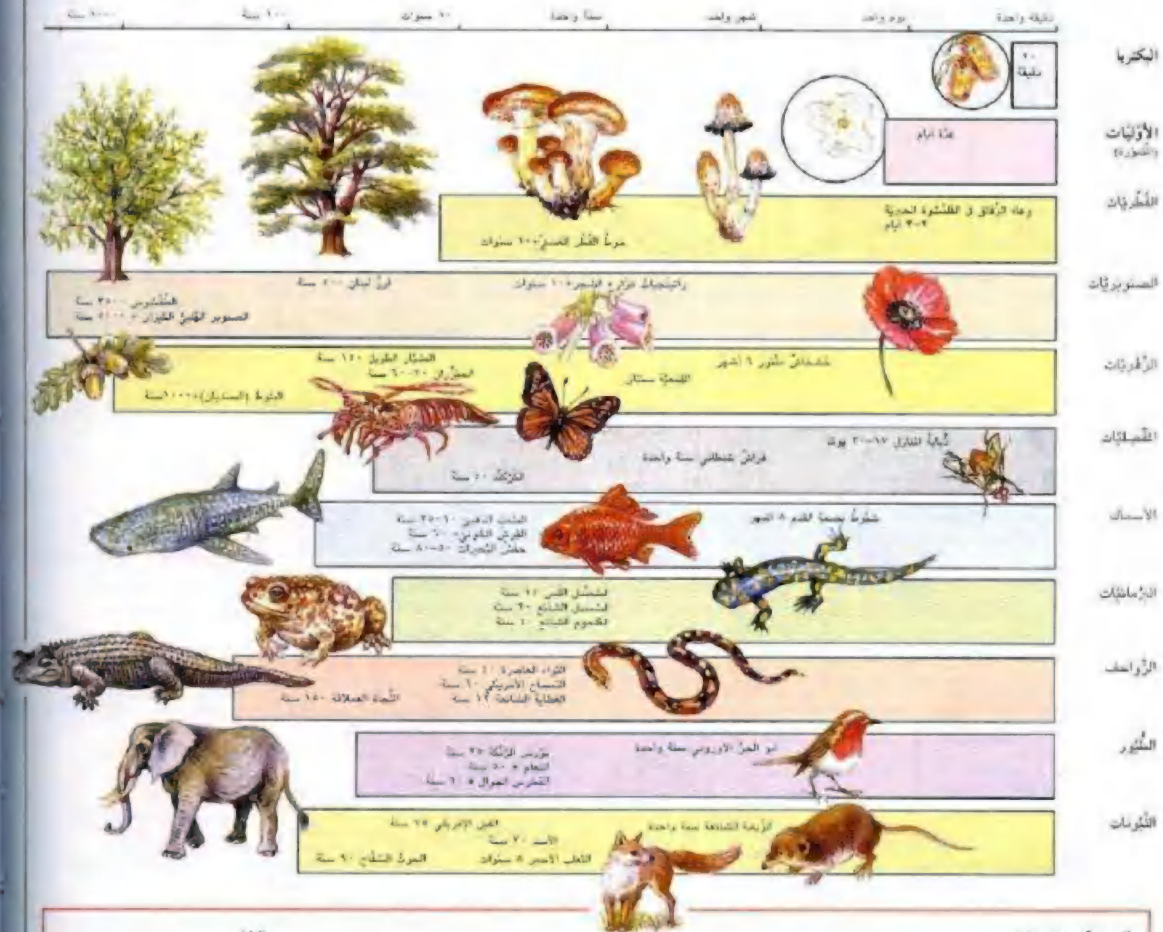
الحبّات هذه الشّعبة تحوي حيوانات ذات جلي عصبي وشعري جاسي يعدّ عن طول الجسم، وفيها ٢٤٠٠٠ نوع أغلبها تقريباً مقاربة (أي تحوي صورا مقاربة)، أما الشّحيت

الكائنات الحية - كيف تعمل

مدى الأعمار

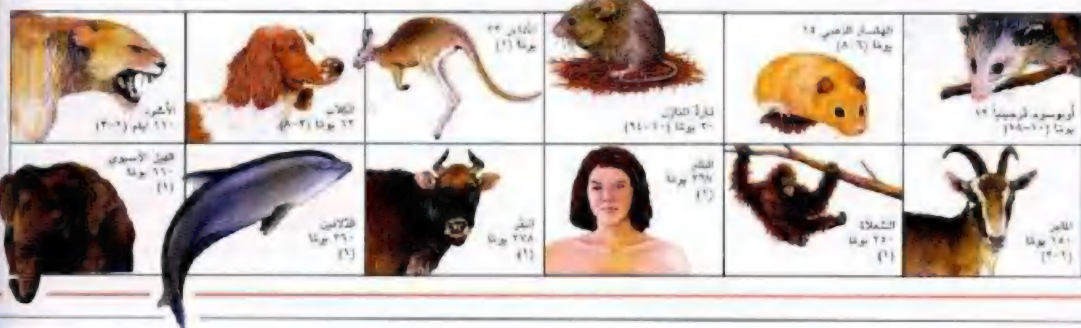
يرتبط مدى العمر، في معظم الكائنات الحية، بعملية التكاثر، فالكائنات التي تعيش طويلاً بعد انتهاء حياتها التأسيسية، ولها بلي

تؤدي أعمار مختلف المنغيات. أما البكتريا والأوتيات فتتكاثر عادةً بالإقسام الثاني، فتبقى خلاياها أو بعضها حيةً بالرغم من انشطاراتها.



فترة الحمل

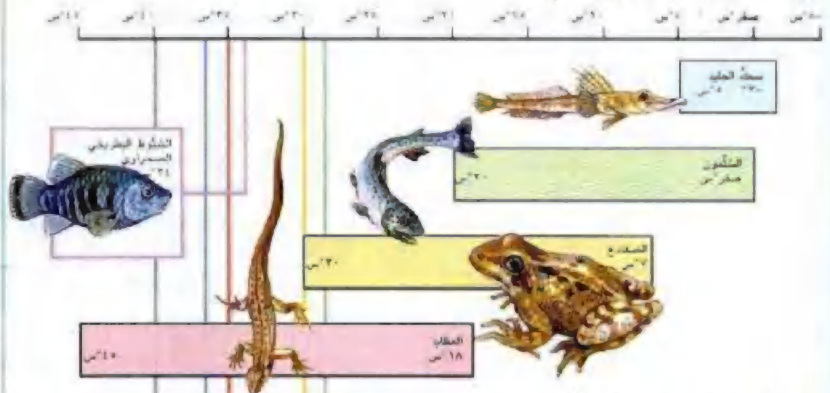
فترة الحمل هي الفترة الزمنية بين الإخصاب والولادة، وهي في معظم الثدييات محددة بدرجة. فالثدييات الضخمة هائلة ما تكون فترة حملها طويلة - مع بعض الاستثناءات، كما في الكناغر حيث فترة الحمل قصيرة جداً.



درجۂ حرارتہ الجسم

المُطَطَّلحان «حارُّ الدَّم» و«بارد الدَّم» قد يكونان مُضَلَّلَيْن. فالشُّوْقُ الطَّرِيعُ الصَّحراوي «بارد الدَّم» كسائر الأسماء؛ لكنه يعيش في المناخ الحارِّ، ودنَّه حارٌّ في الواقع. فما الحَفَافُ المُشْتَكِي شتاءً «حارُّ الدَّم» لكنَّ درجة حرارة جسمه أبرد بكثير.

حيوانات خارجة الإحرار (باردة الدم)



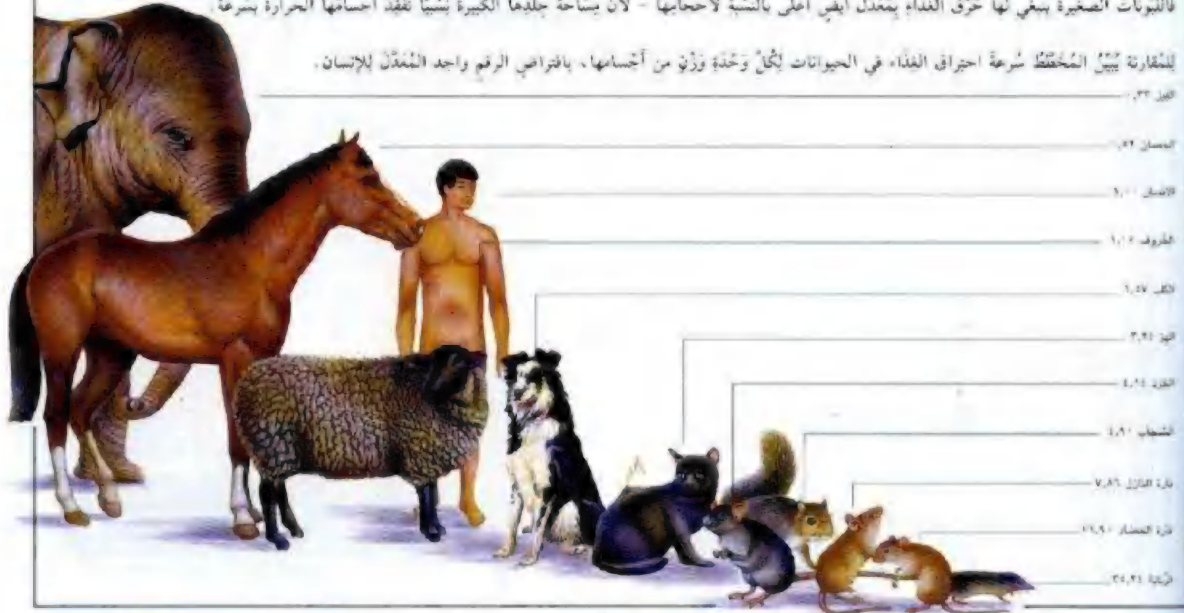
حيوانات داخلية الإحراق (حارة اللحم)



مُعْدَلَاتُ الْأَيْضِ (الِاسْتِقْلَابِ)

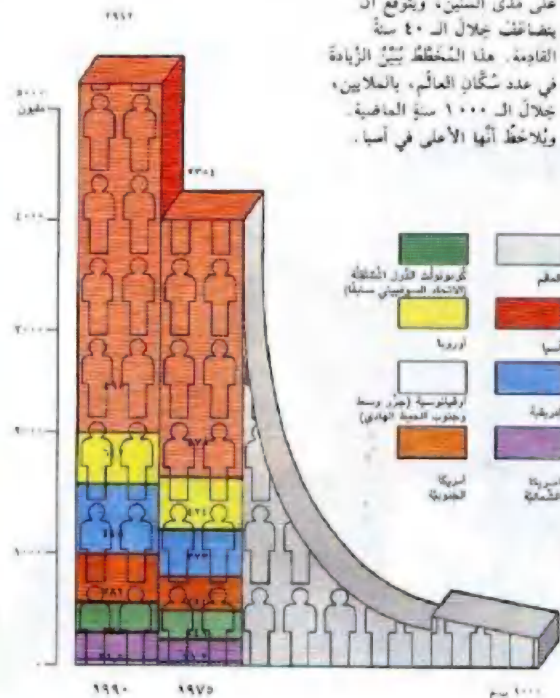
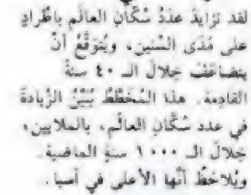
إنَّ مُعَدَّلَ الاستقلاب لأي حيوان هو مُعَدَّل ما "يُخرجه" من الغذاء لإطلاق الطاقة. فيما يلي مُعَدَّلَات الأيض المجموعة من الكائنات المختلفة، بالمقارنة مع مُعَدَّلَيه في البشر. للكائنات الصغيرة يسبق لها خرق الغذاء بمُعدَّل أعلى بالنسبة لأحجامها - لأنَّ مساحة جلدتها الكبيرة نسبياً تُفقدُ أَسْهَابَهَا الحرارة بِسُرْعَةٍ.

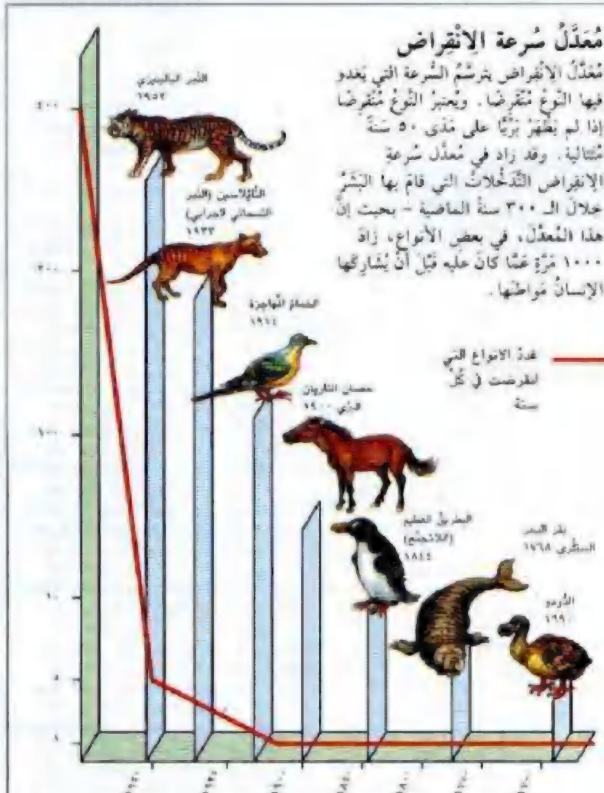
للمقارنة بين المحطّط سرعة احتراق الغذاء في الحيوانات بكلِّ وَحْدَةٍ وَزْنِيٍّ من أجسامها، بافتراض الرقم واحد المُعَدَّل للإنسان.





الْمَطَرُ الْحَامِضُ يُلْحِقُ الضَّرَرَ بِالْغَايَاتِ
وَبِالْحَيَاةِ الْبَرِّيَّةِ. وَتُسَبِّبُ هَذَا الْمَطَرُ غَازَاتِ
ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَبْرَيْتِ وَأُكْسِيدِ الثُّرَيُّوجِيِّينَ
الَّتِي تَنُتِجُ عَنْ أَجْزَاءِ الزُّفْدِ الْمُخْتَلِفَةِ. هَذِهِ
الْغَازَاتُ تَلَوُّبُ فِي قَطْرَاتِ الْمَاءِ الْمُعَقَّلَةِ
فِي الْهَوَاءِ الرُّطْبِ؛ ثُمَّ تَسْقُطُ مَطَرًا أَوْ تَلْدُجَا
حَامِضِيًّا يُلْحِقُ الضَّرَرَ بِالْبَيْئَةِ.





الأنواع المهددة بالانقراض

كثير من أنواع الحيوان، كالأصناف الشبيهة أدناه، مهددة بالانقراض بسبب تدمير موائلها الطبيعية والتلوث والضيق ومناخية الأنواع المحلية من نباتات أخرى.

الحيوان	نوعه	العدد الباقى من
الجوامس الآسيوي	الهند ونيبال	٢٢٠٠
الببوز الأوروسي	يونان	حوال ١٠٠٠
الغوريلا الجبني	رؤاشا (إفريقية)	٦٠٠
فلمة الزاهية المتوسطية	البحر الأبيض المتوسط	٥٠٠
التفريز الذهبي الصيني	الصين	٣٠٠
النملا الجملان	الصين	٣٠٠
التفريز الشفاني	أمريكا الشمالية	٢٠٠
شعشع الطمارين الذهبي	أمريكا الجنوبية	٢٠٠
الجوزير البري القديم	أندام (إندونيسيا)	١٠٠
الكركند الجاوي	جاوا (إندونيسيا)	٥٠
بنغلا كالكاي	بنغلاديش	٥٠

مسالك الهجرة ومداها

في أوقات محددة من السنة، تنتقل بعض الحيوانات من منطقة إلى أخرى - ويعرف هذا بالهجرة. وفيما يلي معدل المسافات التي تقطعها هذه الحيوانات في جراتها.



[illegible]

صوت فوق الصوتي: صوت ذو تردد فوق ما تستطيع الأذن البشرية (ultrasound) سماعه.

الضوئيات: تُمَيِّزُ وَرِاثَةُ الضَّوْثِ (acoustics).

صورة تخيلية: صورة تتكوَّن حيث يبدو أن الاشياء الضوئية تتألف (في صورة تخيلية)، كالصورة المُعكَّسة في المرآة.

صورة (virtual image) (إِلَّا: صورة ضوئية).

صورة حقيقية: صورة تتكوَّن في بؤرة لتألف الاشياء الضوئية لعلَّا (ولا يمكن عرضها على شاشة). (إِلَّا: صورة تخيلية).

صورة ضوئية، صورة مجهرية: صورة أخذت باليد.

(micrograph).

صورة باليد الإلكتروني: صورة مُكَلَّدة وُثِّقَتْ بنسج باليد الإلكتروني (electromagnetograph).

صيغة: مجموعة من الكميات تُشكِّلُ تركيبًا للغة الكيميائية (formula).

ضی

[illegible]

9

[illegible][illegible]

طيف: شدة و الطيفات الصخرية. (fold)
 طيف (ج. صيغة): توزيع جسيمات متعلق الانواع والدرجات. كالطيف
 النجمي. (spectrum)
 طيف كهرومغناطيسي: الشد التفاضل الانعراج الكهرمغناطيسي
 واما واحة الكس (الاشعة السينية). والانعراج فوق البنفسجي
 والصدى المنظر. والاشعة دول الحمراء والامواج الضوئية
 والامواج الالاجية (الراديو).
 (electromagnetic spectrum)

ظ

ظاهرة الغليظة: ظاهرة احتباس الغبار في جوف الأرض خاصة ثاني أكسيد الكربون لإحارة كذا في البيت الزجاجية وقد تسمى تأثير هذه الظاهرة يؤدي إلى الارتفاع العالمي (greenhouse effect)

الظاهرة الطارئة: أشعة قوية خاصة فوق البنفسجية

الظاهرة الصوتية: انتقال الصوت كالموجات الصوتية بسبب اهتزاز بعض أنواع التيارات (كالتيارات في الشوكة مثلا) (piezoelectric effect)

الظاهرة الكهروضوئية: انتقال الإلكترونات من سطح بعض الأجسام عند تسليط أي ضوء عليها (photoelectric effect)

ظل شويبة الظل: الظل المحرك في النجوم من خلال التدرج لا يسقط عليه ضوء (umbra)

உ

عازل - عَازِلٌ، مُعَادِلٌ، حَاجِظٌ، يَحَاجِظُ العَاصِضَ أو القَاصِصَ، مُشَدِّدٌ،
أي يُشَدِّدُ لَمَّا لا هو خَاضِعٌ ولا قَاطِعٌ (neutralize)
عَازِلٌ مُعَادِلٌ لَمَّا لا تُنْصِفُ مِيزَانُ الحُرَاةِ أو الكِفَاةِ، أو الصَّوْتِ
(insulator)
عَاشِمَةٌ كُلُّ الغَشَبِ: حَيَوَانٌ يَلْبَسُ الْغَلَبَ (أو التَّيْتُ)،
(herbivore)
عَاشِمٌ مُتَغَذٍّ: نَبَاتٌ تَعَالَى أَجْلُهُ التَّيْتُ الكِبَرِيَّاتِي (إلى الصِّبَاغِ)،
(commensurator)
عَاشِمٌ الصُّورِ، مُغْزًى عَاشِيٌّ: نَبَاتٌ اسْتَعْمَدَ لِتَحْرِيقِ التَّيْتِ المُسْتَعْمَدِ
(إلى تِلْكَ مَتَابِغِ) (inverter)
عَاشِمَةُ الجُزْمِ، أَشْرُ التَّيْتِ: الصِّبَاغُ،
عَاشِمٌ اسْتَعْمَلَهُ أَشْرُ مُسْتَعْمَلٌ،
عَاشِمٌ مُخَفِّضٌ: مَادَّةٌ تُسَبِّطُ لِمُخَفِّضٍ مَادَّةً أُخْرَى (أَي تَحْصِيصَهَا
الهُدُودِ) أو تُعْضِدُهَا لِتَحْصِيصِهَا (reducing agent)

عامل ضار: الضار: ضار،
 (conditioning agent) عامل مُشكِّل: مادةٌ تُستخدمُ مائلُ أخرى
 غداء (الحاسوب): الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية في الحاسوب
 (hardware) (الكبيوتر)
 عجلة: العلو: عشار،
 غداء جبراً: جهازٌ يُستخدمُ للكشف عن التواء مُعيَّن في الإشعاع
 (finger counter) (فايس)
 غداية: معدن الغداية: معدن الغداية (minerology)
 المعدن الغداي: معدن الغداية: معدن الغداية (minerology)
 (minerology) (معدن الغداية)

[illegible]

مُطَوَّنٌ صَدَأَ - (١) كَرَّكَ بِحَدِي الْكَبِيرِ - (organic)
(٢) إِنْتِاجُ الْعَدَاءِ بِوَسْطِ اسْتِعْمَالِ الْخَصَائِصِ الْكِيمَاوِيَّةِ (organic)
غَضِيٌّ غَضِيَّةٌ مُتَعَصِّمَةٌ تَوَلَّفَتْ قِسْطًا مِنَ الْخَالِقِ الْإِنْسَانِي
الْحَيَوَانِيَّةِ (organcle)
الْعَدَالَةُ الْفُضُولُ الْإِنْسَانِي، قُوَّةُ الْإِسْتِغْرَافِ: يُرَوِّجُ الْجِسْمَ إِلَى الْبَقَاءِ
حِفَاظَةِ الْكُنُوفِ أَوْ اسْتِغْرَافِ الْحَرَكَةِ فِي حَقِّ تَحْلِيلِهِ مَا لَهُ تَوَلَّفٌ
لِقُوَّةِ (inertia)
عَظْمٌ: تَسْبِيحٌ جَدِيدٌ مُتَكَلِّفٌ مِنَ الْهَيْكَلِ الْعَظْمِيِّ لِلْإِنْسَانِ (bone)
نَقْصٌ عَصِيْبَةٌ: جَمْعٌ مِنَ الْخَلْقِ الْإِنْسَانِيِّ لِيُحْيِيَ الْبَنَاتِ

(ganglion) العُصَبَةُ
 علم الارصاد الجوية: دراسة الطقس. (meteorology)
 علم الحياة: أنشُر البيولوجيا. (biology)
 علم الحيات البيولوجية: علم ودراسة الكائنات الحية. (biology)
 علم شكل الأرض: أنشُر الجيومورفولوجيا.
 علم الصخور: صِحَّة ودراسة الصخور. (petrology)
 علم طبقات الأرض: أنشُر استراتيجيا.
 علم الطبيعة: أنشُر الفيزياء.
 علم حقل: علم بدراسة النجوم والكواكب والأجرام الأخرى في الفضاء. (astronomy)
 علم الكون: علم الكونيات: دراسة تركيب الكون وانشائه وإشله. (cosmology)
 علم الكيمياء: أنشُر كيمياء.
 علم لغاتنا: أنشُر لغاتنا.
 علم الوظائف: أنشُر الفسيولوجيا.
 عملاق أحمر: نجم في نهاية العمر تضخم ويرد. (red giant)
 عناصر أرضية: مواد كيميائية أساسية والأرض وتُعتبر مستحباتها. (trace elements)
 الكائنات الحية: كائنات حية. (life forms)
 قشرة: مادة في قشرة الأرض. (crust)
 (element)
 علف: أنشُر تغذية.
 هوائ: هوائيات وهوائيات دقيقة تعيش مُعلَّقة في تربة من السطح إلى. (plankton)
 أحياء البحيرة والنباتات. (plankton)
 غواص حمر: كائنات حية صغيرة (المحيرة) غارقة التي تُولد غرابة. (zooplankton)
 من الغواص البحرية. (zooplankton)
 غواص مائية: نباتات غارقة تُولد غرابة من الكائنات الحية المُعلَّقة في. (phytoplankton)
 لاء. (phytoplankton)

غ

غلاف حيوي: غلاف يحمي من اتصال خلايا النبات أو الحيوان ببعضها (biogam).

خَلْدَة: عضو أو مجموعة خلايا تتفرع حولاً يستخرجها الجسم (gland).

خِرَواتِي: مزيج من خضبان دقيقة تتركب مادة تشكّل في مادة أخرى لا تذوب فيها (colloid).

خِضَاءَة: مادة رقيقة جلاء (membrane).

خِضَاءَة خَضَر: خضاء غليظ ينتج عن ظهور الخُرَواتِي الغليظة (الخبرات) (الشمع) من ظهور الخُرَواتِي الكبيرة (خِرَواتِي الخيطية) (sciermepic membrane).

خُضْرُوف: خضراء ضاربة لعمق زرقاوي لأشكال الأجزاء العلوية من العنبر الأخضر وبعض الفطريات. الجاهل الخاضعية لبعض الاسماك كالقنبر والسفنج خضروفية بكتامها. (cartilage).

خُفْ: دواء تشويهي: مادة غير غليظة تملأ الخرج المبرص لبقائه آثارها. (placeto).

الغلاف (الجوي) الخارجي: الغلاف الخارجي للنبات والحيوان.

الغلاف الجوي السفلي: الغلاف الجوي السفلي.

الغلاف الجوي لثلاثي: الغلاف الجوي لثلاثي.

الغلاف الحراري: الغلاف الحراري.

الغلاف الحيوي: الغلاف الحيوي الأرضي والغلاف الحيوي (البائوسفر) (biosphere).

الحِفْ:

الغلاف الصخري: الطبقة الأرضية التي تليها القشرة واللبات
(lithosphere) الصخرية.

الغلاف الطبقي: أنظر **الغلاف الأيونوسفيري**.

الغلاف الجوي: طبقة الغازات في جوار الشمس التي تمتد إلى ما بعد

(chromosphere) الغلاف القاطع.

الغلاف القاطع: الشوائب التي من الغلاف

(asthenosphere) الغلاف الطبقي.

الغلاف القوسية: أنظر **موجات كوريكو**.

الغلاف المغناطيسي: المجال المغناطيسي حول نجم أو كوكب.

(magnetosphere)

غلغل: كثر (الجدول) بقرآنه من الشهاد

(galvanic)

غلزون: جسيمات داخل العنقودات والفلويدات. الفلويونات تحمل

(gluon) الكتلونات تسانسًا معًا.

لغة مصطلحات أنظر **مقدمة**.

ف

فأرة الحاسوبية نبتة مُسَمَّاة باليد تستخدم للتخفيف في التوتير وتلج
الحاسوب (mouse)
القنصل المطلي: أنظر: مستر توتورز.
فاطمة إشعاعية: أنظر: إشعاعية.
فاطمة (كيمائية): أنظر، كيميائية.
فق: شق أو ثقب في الجسم الجزيئي توسيع بأوسان الضيق تقريباً و
فقدان (fender)

فہرس

أرقام الصفحات الغامقة تشير إلى المداخل الرئيسية.

1

- والكهربائية الشائعة ١١٦
- ومقاومة الهواء ١١٩، ١٢١
- والمكثات ١٣٠

قوة آثار أقدم ٢٢٥
 بزر السماء ٢٧٧
 حول الجوىة - ٢٤٨ ٢٧٦
 أبيد المناجى ٢٢٨
 عابيد الضميمة ٢٤٤، ٢٨٦
 خشار الإثافي ٦٢
 تيار لائاقى ١٨٥
 تيارات الشب ٦٥
 غزال ٦٤-٦٥
 تلاف القطر ٢٧٨
 خشار ٨٥
 الكسوى ٩٢، ٨٠
 خرد العظيم (الفران كليون)
 ٢٢٦

۳۸۶ دود ماریاتاس
 ۳۶۷ غصۃ ۳۱۸-۱۹
 ۳۶۱ تحلیوطات ۳۲۴، ۳۵۷
 ۱۸۱ ماء الصبیح
 ۱۰۵، ۱۰۴ ثریاتین
 ۳۵۱ دماغ الفطیخ
 ۳۵۱ لفة
 ۳۹۳ نسون - جورج
 ۳۹۳ نسون - جوی
 ۳۸۵ پچتون - الشیر آرثر
 ۳۸۵ نسون - ثوماس

- وتسجيل الأصوات ١٨٨
- والسبب ٣٠٨
- والمضخات الكهربائية ١٩٣
- والكهرباء ١٦٠
- باب الخيل ٤٢٠

شأن

٢٥٨. والمشمع ١٨٢.
زقاقيات الأذن ١٨٦
زغب ٢٣٤، ٢٦٩
زغب البتاعونية ٢٩٢
زئوس ٢٨٣، ٢٩٢
حصانيات عن - ٤١٨
شواير الفضائفة إلى - ٢٧٢.

٣٠١، ٢٩٢
 ربطه ٢٥٣
 زرعاش ٢٥٠
 ارتفاع ٢٥٠
 زحل ٢٥٦
 جوجه نیوش ١٢٩

٢٣ - في الجدول الدوري
٧٤ - في الهواء
٤٨ - سوائل
١٢٩ - خميس
٢٢٤ - رثوان
٢١٧ - يات الأليكس

٢٨٧, ٢٠٩ رض
٢٩٢, ٢٤٥ رض
١٥-٢٦٤
ويكمنونيات الكتل الصانحة

- والخمسة والعشرون ٢٥٧، ٢٧٢
- والستون ٦٨٥
- ونحوه الختال ٢١٨-١٩

إحصائيات عن - ١٦٨
 الأنهار على - ٢٢٤
 بغار وشحومات - ٢٢٤-٢٣٧
 بدايات الحياة على - ٣١٧
 براكين - ٢٢٦-١٧٧
 بنية - ٢٢٢-١٣، ١٦٤
 تعوية وثلاث سطح - ٢٢٠-٢٢١
 الرث - ٢٢٢
 التغيرات المناخية - ٢٤٦
 الثوران على - ٢٢٤-٧٥
 جاذبية - ١٢٢، ١٢٥
 جدول الأزمنة الجيولوجية و -
 ١٦٤، ٢٢٧

التجليد والمخالف على ~ ٢٢٨-٢٢٩
 جؤ ~ ٧٤، ٢٤٨-٢٨٧
 حقائق ومعلومات عن ~ ١٦٤-
 ٦٥
 درجة حرارة ~ ٢٥٩-٥٢
 رشم حرائط ~ ٢٤٠
 الأزلز (الزلازل الأرضية) ٢٢٠
 السوائل الأرضية ٣٠٠
 شكل ~ ٢١١
 الصخور والمعادن على ~ ٢٢٩-
 ٢٧

ضغط الهواء على ٢٥٠٠
 الغلاف الخيوي لـ ٢٧-٢٧
 الفصول الأرضية ٢٤٢
 كتلة - ١٢٢
 مجال - الفلبيني ١١٥، ١٤٥
 ٢١٤، ٢١٥، ٢١٥

مصادر الطاقة على - ١٢٤
شاحنات - ٢٤٤، ٢٤٥
نشأة - ٢٤٦، ٢٤٧، ٢٤٨
أرض الجشودية ٢٤٨
رؤساء ٢٤٨
فسون - كاري ٨٦
نق ٢٤٩، ٢٥٠

۴۰۸ کیو میٹرکس
 ۱۰۱ لیج - پول
 ۴۰۴ مسترونج - نیل
 ۲۸۷ سیمتارخوس
 ۶۹ ٹینیس - سفانت
 ۴۵۱ ریک

٢٠٥
٢٠٦
٢٠٧
٢٠٨
٢٠٩
٢١٠
٢١١
٢١٢
٢١٣
٢١٤
٢١٥
٢١٦
٢١٧
٢١٨
٢١٩
٢٢٠
٢٢١
٢٢٢
٢٢٣
٢٢٤
٢٢٥
٢٢٦
٢٢٧
٢٢٨
٢٢٩
٢٣٠
٢٣١
٢٣٢
٢٣٣
٢٣٤
٢٣٥
٢٣٦
٢٣٧
٢٣٨
٢٣٩
٢٤٠
٢٤١
٢٤٢
٢٤٣
٢٤٤
٢٤٥
٢٤٦
٢٤٧
٢٤٨
٢٤٩
٢٥٠
٢٥١
٢٥٢
٢٥٣
٢٥٤
٢٥٥
٢٥٦
٢٥٧
٢٥٨
٢٥٩
٢٦٠
٢٦١
٢٦٢
٢٦٣
٢٦٤
٢٦٥
٢٦٦
٢٦٧
٢٦٨
٢٦٩
٢٧٠
٢٧١
٢٧٢
٢٧٣
٢٧٤
٢٧٥
٢٧٦
٢٧٧
٢٧٨
٢٧٩
٢٨٠
٢٨١
٢٨٢
٢٨٣
٢٨٤
٢٨٥
٢٨٦
٢٨٧
٢٨٨
٢٨٩
٢٩٠
٢٩١
٢٩٢
٢٩٣
٢٩٤
٢٩٥
٢٩٦
٢٩٧
٢٩٨
٢٩٩
٣٠٠
٣٠١
٣٠٢
٣٠٣
٣٠٤
٣٠٥
٣٠٦
٣٠٧
٣٠٨
٣٠٩
٣١٠
٣١١
٣١٢
٣١٣
٣١٤
٣١٥
٣١٦
٣١٧
٣١٨
٣١٩
٣٢٠
٣٢١
٣٢٢
٣٢٣
٣٢٤
٣٢٥
٣٢٦
٣٢٧
٣٢٨
٣٢٩
٣٣٠
٣٣١
٣٣٢
٣٣٣
٣٣٤
٣٣٥
٣٣٦
٣٣٧
٣٣٨
٣٣٩
٣٤٠
٣٤١
٣٤٢
٣٤٣
٣٤٤
٣٤٥
٣٤٦
٣٤٧
٣٤٨
٣٤٩
٣٥٠
٣٥١
٣٥٢
٣٥٣
٣٥٤
٣٥٥
٣٥٦
٣٥٧
٣٥٨
٣٥٩
٣٦٠
٣٦١
٣٦٢
٣٦٣
٣٦٤
٣٦٥
٣٦٦
٣٦٧
٣٦٨
٣٦٩
٣٧٠
٣٧١
٣٧٢
٣٧٣
٣٧٤
٣٧٥
٣٧٦
٣٧٧
٣٧٨
٣٧٩
٣٨٠
٣٨١
٣٨٢
٣٨٣
٣٨٤
٣٨٥
٣٨٦
٣٨٧
٣٨٨
٣٨٩
٣٩٠
٣٩١
٣٩٢
٣٩٣
٣٩٤
٣٩٥
٣٩٦
٣٩٧
٣٩٨
٣٩٩
٤٠٠
٤٠١
٤٠٢
٤٠٣
٤٠٤
٤٠٥
٤٠٦
٤٠٧
٤٠٨
٤٠٩
٤١٠
٤١١
٤١٢
٤١٣
٤١٤
٤١٥
٤١٦
٤١٧
٤١٨
٤١٩
٤٢٠
٤٢١
٤٢٢
٤٢٣
٤٢٤
٤٢٥
٤٢٦
٤٢٧
٤٢٨
٤٢٩
٤٣٠
٤٣١
٤٣٢
٤٣٣
٤٣٤
٤٣٥
٤٣٦
٤٣٧
٤٣٨
٤٣٩
٤٤٠
٤٤١
٤٤٢
٤٤٣
٤٤٤
٤٤٥
٤٤٦
٤٤٧
٤٤٨
٤٤٩
٤٥٠
٤٥١
٤٥٢
٤٥٣
٤٥٤
٤٥٥
٤٥٦
٤٥٧
٤٥٨
٤٥٩
٤٦٠
٤٦١
٤٦٢
٤٦٣
٤٦٤
٤٦٥
٤٦٦
٤٦٧
٤٦٨
٤٦٩
٤٧٠
٤٧١
٤٧٢
٤٧٣
٤٧٤
٤٧٥
٤٧٦
٤٧٧
٤٧٨
٤٧٩
٤٨٠
٤٨١
٤٨٢
٤٨٣
٤٨٤
٤٨٥
٤٨٦
٤٨٧
٤٨٨
٤٨٩
٤٩٠
٤٩١
٤٩٢
٤٩٣
٤٩٤
٤٩٥
٤٩٦
٤٩٧
٤٩٨
٤٩٩
٥٠٠
٥٠١
٥٠٢
٥٠٣
٥٠٤
٥٠٥
٥٠٦
٥٠٧
٥٠٨
٥٠٩
٥١٠
٥١١
٥١٢
٥١٣
٥١٤
٥١٥
٥١٦
٥١٧
٥١٨
٥١٩
٥٢٠
٥٢١
٥٢٢
٥٢٣
٥٢٤
٥٢٥
٥٢٦
٥٢٧
٥٢٨
٥٢٩
٥٣٠
٥٣١
٥٣٢
٥٣٣
٥٣٤
٥٣٥
٥٣٦
٥٣٧
٥٣٨
٥٣٩
٥٤٠
٥٤١
٥٤٢
٥٤٣
٥٤٤
٥٤٥
٥٤٦
٥٤٧
٥٤٨
٥٤٩
٥٥٠
٥٥١
٥٥٢
٥٥٣
٥٥٤
٥٥٥
٥٥٦
٥٥٧
٥٥٨
٥٥٩
٥٦٠
٥٦١
٥٦٢
٥٦٣
٥٦٤
٥٦٥
٥٦٦
٥٦٧
٥٦٨
٥٦٩
٥٧٠
٥٧١
٥٧٢
٥٧٣
٥٧٤
٥٧٥
٥٧٦
٥٧٧
٥٧٨
٥٧٩
٥٨٠
٥٨١
٥٨٢
٥٨٣
٥٨٤
٥٨٥
٥٨٦
٥٨٧
٥٨٨
٥٨٩
٥٩٠
٥٩١
٥٩٢
٥٩٣
٥٩٤
٥٩٥
٥٩٦
٥٩٧
٥٩٨
٥٩٩
٦٠٠
٦٠١
٦٠٢
٦٠٣
٦٠٤
٦٠٥
٦٠٦
٦٠٧
٦٠٨
٦٠٩
٦١٠
٦١١
٦١٢
٦١٣
٦١٤
٦١٥
٦١٦
٦١٧
٦١٨
٦١٩
٦٢٠
٦٢١
٦٢٢
٦٢٣
٦٢٤
٦٢٥
٦٢٦
٦٢٧
٦٢٨
٦٢٩
٦٣٠
٦٣١
٦٣٢
٦٣٣
٦٣٤
٦٣٥
٦٣٦
٦٣٧
٦٣٨
٦٣٩
٦٤٠
٦٤١
٦٤٢
٦٤٣
٦٤٤
٦٤٥
٦٤٦
٦٤٧
٦٤٨
٦٤٩
٦٥٠
٦٥١
٦٥٢
٦٥٣
٦٥٤
٦٥٥
٦٥٦
٦٥٧
٦٥٨
٦٥٩
٦٦٠
٦٦١
٦٦٢
٦٦٣
٦٦٤
٦٦٥
٦٦٦
٦٦٧
٦٦٨
٦٦٩
٦٧٠
٦٧١
٦٧٢
٦٧٣
٦٧٤
٦٧٥
٦٧٦
٦٧٧
٦٧٨
٦٧٩
٦٨٠
٦٨١
٦٨٢
٦٨٣
٦٨٤
٦٨٥
٦٨٦
٦٨٧
٦٨٨
٦٨٩
٦٩٠
٦٩١
٦٩٢
٦٩٣
٦٩٤
٦٩٥
٦٩٦
٦٩٧
٦٩٨
٦٩٩
٧٠٠
٧٠١
٧٠٢
٧٠٣
٧٠٤
٧٠٥
٧٠٦
٧٠٧
٧٠٨
٧٠٩
٧١٠
٧١١
٧١٢
٧١٣
٧١٤
٧١٥
٧١٦

ساقين ١٢٩
سيدات ٢٨١
شباب الضيفي ٣٨١
شباب، النوم ٢٨١، ٢٦١
سجودين ١٠٠، ١٠٢

الاستيعاب ٣٥٠
الاستيعاب ١٠٤
أشهر العا

الانجراف القاري في - ٢١٥
 الجزيئات في - ٣٢٥
 الرياح في - ٢٥٤
 علاجم العنقب في - ٣٩٩
 المناخ في - ٢٦٥، ٢٤٥
 الإنقضاير ٦٧
 الإشتعا ٢٧
 شتقرار قوى الشوير ١٢٤
 لإمطاب ٢٢١، ٢٠٠
 لإستقار، الأيض ٧٦، ٤٢٤
 شتون - فراشيس ٦٣
 لإستيلين ٤٤
 سلوانات شوية ٢٩، ١٨٨
 سلوانات شوية ذات ملكات

قائمة فقط في الحواسيب ١٧٣
أسفلت ٩٨
إشعاعية ٤٢١، ٣٣٠
سقاط مركبوني ٢٤٠
إشعاع والخرائط ٢٤٠
سكننا ٢٢٩، ٢٢٨
الأسلحة النووية ١١٣، ١٢٧
سماه
- الكائنات الحية ٣١-١١
- الكيمياء ٩٠
اسماك ٣٣٦-٣٣٧

اسماك الأعماق ٣٨٦
اسماك القارة القطبية الجنوبية ٢٦٨
الاسماك الحفافية ٣٢٧
~ الرشوة ٣٨١
~ الشبهية ٢٢٧

- الطليارة ٢٢٧
- العُضْرُوفِيَّة ٣٢٦، ٣٥٧، ٤٢٩
- وقُطْلُوْمَةُ التَّجْمِيْد ٣٦٨
- أَشْكَال - الإِنْسِيَابِيَّة ١٢١
- البَيْتَةُ الْبَاطِنِيَّة فِي - وَسْوَاحَا مِنْ
- ذَوَاتِ الدَّمِ الْبَارِدِ ٢٥٠
- مُصَنَّف ١٢٩

٢٧٩ - معاش
٢٦٧ - تناسل
٢١٧ - التنفس في
٢٥٤ - خواص
٢٥٩ - حواس
٢٥٨ - الحط الجاني في

الدورة الدموية - ٢٤
 سباحة - ٢٥٧
 ضيق - ٢٨٧
 مثانات - الهوائية ١٢٩
 على اعمار - ١٢٢
 هجرة - ٢٨١
 أشعة الكيمائية، الشخصيات

- ~ في الزراعة ٩١
- ~ من الاموتيا ٩٠، ٩٦
- ~ من الفسفور ٤٣
- ~ من النروجين ٤٤
- قرط المذئبات و- ٣٧٣

إشجار الفاكهة ٧٩
الإسفلت ١٠٩
الأسمدة ٣٩٧

الاشغال ٣٤٤
أسنان سبك القزح ٢٦, ٢٢٥
أسنان التوتات ٢٢٤
شعو تجاويك ٨٨
نقز ٢١٢
اسهم نارئة ١٣٨, ٦٣, ٢٥
الأسود ٢٩٢, ٢٩٤
أسيا
جبال ٢١٨
المخالف في ٢٦٥
شهب ~ المصينة ٢٩٢
الإشارات الزمنية
~ ~ والأصوات الإلكترونية
٥٨٩

- ~ ~ تسجيل الصوت ١٨٨
- ~ ~ والآلات المتكاملة ١٧١
- إشارات نظيرية ١٧١
- الإشارة (الخوذة) الخفيفة ١٦٤
- ١٦٥
- أشباح يزوكي ٢٦٩
- أشياء الإنسان ٢٣٦
- أشياء الفلزات ٢٩
- الأسجار
- ~ والآمار ٢١٨
- ~ الصنوبرية ٢١٧

- ~ والغابات الطيرة ٣٩٤-٩٥
- ~ وغابات الخفاطر المعتدلة ٢٩٦
- ~ في الجفاف ٢٦٥
- ~ في المستنقعات ٢٨٩
- تكوين القمم من ~ ٢٢٨
- خلقات الماء في الشجر ٢٤٦

خَطُّ الشَّجَرِ ٣٨٤
الْفَتْحُ فِي - ٣٤١
مَشْرُ - ٣٦٢
أَشْجَارُ الرَّاغِبِيَّةِ (يُنْشِئُ) ٣١٧
أَشْجَارُ السَّرْوِ ٣٨٩
أَشْجَارُ الْمَشْدُودِ (الْبُلُوذ) ٣٩٦
أَشْجَارُ السَّرْوِ ٣٧٩

٢١٧ اشجار الشؤير
٢١٨ اشجار الكوز
٢١٩ لشرطة الحافطات
الإشعاع
٢٢٠ وتشتيع الأشعة
٢٢١ الحراري

~ والسماعة التوربي ٢٧٦
 ~ وعلم الفلك ٢٩٨
 ~ في الكون ٢٧٥
 الإشعاع نوؤ الأحمر
 ~ والارض ٢٤٨
 ~ والشمس ٢٨٤، ١٤٧
 ~ والطيف الكهرمغنيسيبي

١٩٢
 - - - وَعِمْ فَلَك ٢٩٨
 - - - وَالْكُور ٢٧٧
 إشعاعية ٢٦ - ٢٧
 أعمار الصنابير ٢٢٢

الأمانيت ٢٢٩، ٤٣
 الإقتصاد الضرائي ١١٦
 الأبراج الكهربائية ١٦٠
 الإنصاف ٢٠٢، ٢٠٤، ٢٥٨-٥٩
 إسماء بالعربيين ٢٥٩
 الإقتصاد ليلاً ٧٠٤
 الإقتصاد المجهّم ٢٠٤
 الأتجار ٢٧٢، ٢٤٥
 القواط ١٠٤
 لمن القيس ٢٤٩
 أبو شوكة ٣٦٦
 أبو شقار ٣٨٩
 قواط

- ~ الشرائح ٢١٦
- ~ المحاليل ٢٦٧
- ~ القطرات ٣١٥
- الأدوية ٩٨٦
- ليزر - تقولا ٩٢
- الاتحاد الدولي للحفاظ على
- الشيعة والموارد الطبيعية ٤٠٠
- الاتصالات

- ~ التعدادية ١٦٢-٦٣
- ~ التلفزيونية ١٦٦-٦٧
- ~ الراديوية ١٦٤-٦٥
- ~ الصوتية والضوئية ١٧٧
- ~ الكلامية ١٨٢
- فيرومونات ~ ٢٥١
- اتول ٢٣٤

٣٩ الأئمة الأنبياء
 ٣٣٩ أيجاسيز - لوي
 اجتماع القبة لشؤون البيئة ١١٠
 أخوال الأتوب ١٥٦
 الأجسام الضخامة ٣٤٨
 أقيسة
 ٣٥٧ الخطرات

- الطائرات ١٧٨
 - الطيور ٢٣٢، ٢٥٧
 أجهزة إسقاط ١٩٧، ٢٠٨
 أجهزة الإنذار من التخار ٢٧
 الأجهزة التفتونية ١٤٥، ١٦٢
 ١٧٧، ١٦٣
 الأجهزة الرادارية ١٦٤

الأجهزة الضخمة ٤٠٥
الاجهزات ٣٩٤
أحداثيات الخلق ٣١٨، ٤٢٠
الاحافير ٢٢٥
- والإنجراف القاري ٢١٥
- واتصال ما قبل التاريخ ٢٢٦

- والجيولوجيا التاريخية ٢٣٦
- والنفط ٢٠٨
- والعمميات ١٢٨

الإحراق ٦٤ - ٦٥

الاحتكاك ١٢٩

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

نشارة - ٢٨٢	أحد جوار المنارال ٢٥٤	الكهرسطيني ١٩٧، ١٩٨	الطقس ٢٤١، ٢٤٢	ال - التوبة ١٣٦-١٣٧
الغطاة ١٢٠، ١٢١	الغز في النظام الثنائي ١٩٧	طبيف النجوم ٢٧٨	تواس فراج و - ٢٦٩	قياس ال - ١٢٢
العمريات ٤٦	١٧٤، ٢٦١	طبيف الانبعاث الذري ٦٤	البرق والرعد و - ٢٥٧	كفاية ال - ١٢٦
الجظام	غذارات جنيهر ٢٧	المطور ٣٣٧-٣٣٨	بيوت - ٢٥٢	مسار ال - ١٣٤-١٣٥، ٢٥٩
الاحافير العضوية ٢٢٤	غذارات (مقاييس) شجرة ١١٨	أشعة - ٢٦١	التنوير باحول - ٢٧٠-٧١	طاقة التنشيط ٥٢
الروايات الشعبية عن	الغذارية (القيتر) ٢٦٦	اعشار ٢٢٢	البلج و - ٢٦٦	طاقة الحرارة الارضية ١٢٤
الطقس ٢٧٧	الحدز الذري ٢٢، ٢٢٠	الوان - ٢٨٠	جبهات - ٢٥٢	طاقة الحركة ١٢٢، ١٢٨
كاسيوم - ٢٥، ٢٤	غذارات ١٩٧	انسياب - فوق النيازات	حقائق ومعلومات عن - ١٦٦	طاقة كامنة، طاقة الوضع ١٢٢
أشهر ايشا الهياكل الناعمة	التشكوكات ٢٩٧	الحرارية الساعدة ٢٢٢	١٧	١٢٨
الغطايا ٢٣٠، ٢٣٠	الكيميات ٢٠٦، ٢٠٨	انواع - للهزرة ٢٩٨	خرائط - ٢٥٢، ٢٥٢، ٢٧٠	طاقة الشكفة المنوية ١٢٤
غفن البطاطس ٢٦٥	النفقار ٢٠٤	تصنيف ٢٦٠	١٦٦	الطاقة الكيميائية ١٢٢، ١٢٨
العقارب ٢٩١، ٢٩٢	غرسات الفئتين ٢٥٨، ٢٠٤	تطور - ٢٢٧، ٢٠٨، ٢٠٩	درجة الحرارة و - ٢٤١	طاقة شمسية ١٢٤
العقارب ٥-٦	غرسات فويهر ١٩٧	تعايش - ٢٧٩	رصد الاحوال الجوية العالمية	الطاقة النووية ١١٢، ١٣٦-١٣٧
العقارب ٢٩٤	الغرسات اللاصقة ٢٠٤	نكاش - ٢٦٧	٢٧١	ال - والإشعاعية ٢٧
الفقد النوية والنفقار ١٨٦	الغرسات الششبة ١٩٧، ٢٠٤	طيران - ٢٥٧، ١٢٨	رشد - ٢٧٢	ال - والنظائر ٢٧٢، ٢٧٢
الغلاجم ٢٩١، ٢٩٢	الغرسات المفقرة ١٩٧، ٢٠٤	عل الشوطية ٢٨٥	الرياح و - ٢٥٤-٢٥٦	والغلاجات ١٢٦
ال - في الشحاري ٢٩١	الغرسات المفقرة ١٩٧، ١٩٨	ال - في التوامر والائن ٢٩٧	سواكل - ٢٠٠	حلايس التلطي ١٢٥
ال - كلفات ٢٩٩	عرس، خضيج ٢٦٥-٢٦٦	ال - في الغلاجات المفقرة ٢٩١-٢٩٠	شبح الشمس و - ٢٤٢	الطب ١٠٤-١٠٥
علاجية الشمس ٢٩٩	العروس بالبولورات السائلة ٢٠	ال - في المناطق الرطبة ٢٨١	الطرائدات و - ٢٥٩	ال - الشرعي ٦٢
الغلاجات التبارية	١٤٠	ال - في المناطق القطبية ٢٨٢-٢٨٣	والاعاصير ٢٥٨	النظار الداخلي في - ١٩٦
ال - في البيولوجية ٢٢٦	الغزل الحراري لتقليل فقد الحرارة	نقى اصهار - ٢٤٢	٢٦٧	الطاشير
علامات الطقس في الشرات الشعبية	١٤٢	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الآتية - ٢٢٢
٢٧٢	المشردة والنفقار ٢٧٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الاشم الكيماوي ل - ٥٢
الطقس ٢٨٨، ٢٢١	الغرسات ٢٥-٢٥، ٢٥-٢٦	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	تكون - ٢٢٤
علم الارصاد الجوية (أشهر	العشر الاردوني ٢٢٧، ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	خصائص - ٢٢
الطقس)	٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	ال - في التايين الحارة ٢٥
علم الحياة أشهر الحيوانات	عشر الاوليجوسين ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الطابعة ٢٠٧، ٢٠٢
والنكاشات الحية والنفقار	العشر الايجوسيني ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الطابعة الرباعية الالوان ٢٠٢
علم السطور ٢٠٩	عشر الباليوسين ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الطابع ٧٨
علم الفلك ٢٧٢، ٢٧٤	العشر البرمي ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الطابع على ششع ششع ٢٠
ال - في الراديوي ٢٨٨، ٢٨٩	عشر البليشوسين ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طيفيات الارض ٢٢٦-٢٢٧
أشهر ايشا الفضاء والشمس	عشر الباليوسين ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طيفيات الارض ٢٢٦-٢٢٧
والكون	العشر الثالث ٢٢٨، ٢٢٧	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	تقريب في - ١٢٢، ٥٧، ٤٦
علم التكتونيات ٢٧٤	العشر الثلاثي ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	٢٨٢، ٢٧٤
علم الشحاح الششري ٢٤٦	العصر الجليدي الصغير، ٢٤٢	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	وطيفة - ٤٤
علم وشش ششلت الارض ٢٢٦-٢٢٧	٢٤٦	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الططور ١٨٧
٢٧	العصر الكوراسي ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الطحاب ٢٢٦، ٢٢٦
عنى الالوان ٢٠٤	٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	تسويد - ٤٢٠
عشر الشمس والاشعاعية ٢٦	عشر الحياة الحديثة ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	نكاش - ٢٦٧
عملية باير ٨٧	العصر الديوني ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	والنفقار ٢٧٤
عملية الون ١٢٤	٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	والنفقار ٢٧٤
عند شش ١٥٠	العصر الرابع ٢٢٧	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الزرقاء الششيرة ٢٠٧
العناصر ٣١	العصر الششوري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طحاب الونة ٢٨٢
والجودل الدوري ٢٢-٢٢	٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	خزق الالوان ٢٠٢
٢٠٤-٢	العصر الششيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوط العين ٢٥٦
والنفقار والمزيجات ٥٨-٥٨	٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الطرائدات (الاعاصير الدوامية)
العناصر الششيرة ٧٧	العصر الكريوني ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	٢٥٩، ١١٤
العناكب الومفة ٢٢٢	٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	الطوطية ٢٢
النفقار ٤٢٩، ٢٢٢	عشر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
النفقار	عشر الباليوسين ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
اصهار - ٢٥٩	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
اشعاع - ٢٩٧، ٢٢٢	عشر الباليوسين ٢٢٩	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
تطور - ٢٠٩	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الهشيم في - ٢٤٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العوائل	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
ال - والنفقار ٢٤٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
والساعة ١٢٢، ١٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
والكهرباء ١٥٩	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عشر جاكوتشون ٢٥٩	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عشر ٢٢٨-٢٢٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عشر ٢٨٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
اصحاشات عن ٤٢٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عشر - ٢٨٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الشواير الفضائية ال - ٢٠٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العضيات	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
أسنان - ٢٤١، ٢٤١	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
إنفقا - ٢٤٢، ٢٤٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشكات التبار ١٨٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الشمس ٢٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الحواسيب ١٧٢، ١٧٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الغذ - ٢٠٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العضيات	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
أسنان - ٢٤١، ٢٤١	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
إنفقا - ٢٤٢، ٢٤٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشكات التبار ١٨٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الشمس ٢٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الحواسيب ١٧٢، ١٧٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الغذ - ٢٠٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العضيات	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
أسنان - ٢٤١، ٢٤١	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
إنفقا - ٢٤٢، ٢٤٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشكات التبار ١٨٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الشمس ٢٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الحواسيب ١٧٢، ١٧٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الغذ - ٢٠٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العضيات	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
أسنان - ٢٤١، ٢٤١	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
إنفقا - ٢٤٢، ٢٤٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشكات التبار ١٨٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الشمس ٢٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الحواسيب ١٧٢، ١٧٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الغذ - ٢٠٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العضيات	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
أسنان - ٢٤١، ٢٤١	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
إنفقا - ٢٤٢، ٢٤٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشكات التبار ١٨٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الشمس ٢٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الحواسيب ١٧٢، ١٧٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الغذ - ٢٠٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العضيات	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
أسنان - ٢٤١، ٢٤١	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
إنفقا - ٢٤٢، ٢٤٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشكات التبار ١٨٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الشمس ٢٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الحواسيب ١٧٢، ١٧٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الغذ - ٢٠٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العضيات	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
أسنان - ٢٤١، ٢٤١	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
إنفقا - ٢٤٢، ٢٤٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشكات التبار ١٨٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الشمس ٢٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الحواسيب ١٧٢، ١٧٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الغذ - ٢٠٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
العضيات	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
أسنان - ٢٤١، ٢٤١	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
إنفقا - ٢٤٢، ٢٤٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشكات التبار ١٨٨	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الشمس ٢٢٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشد الحواسيب ١٧٢، ١٧٢	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
الغذ - ٢٠٥	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات - ٢٧٨	والهز ٢٦٧	طوطية ششوقي ٩٤
عاشة ليكي ٢٢٦	العصر الكفيري ٢٢٧، ٢٢٨	ششعرات -		

الغواصة ٢٠٦-٢٠٧-٢٠٨-٢٠٩-٢١٠-٢١١-٢١٢-٢١٣-٢١٤-٢١٥-٢١٦-٢١٧-٢١٨-٢١٩-٢٢٠-٢٢١-٢٢٢-٢٢٣-٢٢٤-٢٢٥-٢٢٦-٢٢٧-٢٢٨-٢٢٩-٢٣٠-٢٣١-٢٣٢-٢٣٣-٢٣٤-٢٣٥-٢٣٦-٢٣٧-٢٣٨-٢٣٩-٢٤٠-٢٤١-٢٤٢-٢٤٣-٢٤٤-٢٤٥-٢٤٦-٢٤٧-٢٤٨-٢٤٩-٢٥٠-٢٥١-٢٥٢-٢٥٣-٢٥٤-٢٥٥-٢٥٦-٢٥٧-٢٥٨-٢٥٩-٢٦٠-٢٦١-٢٦٢-٢٦٣-٢٦٤-٢٦٥-٢٦٦-٢٦٧-٢٦٨-٢٦٩-٢٧٠-٢٧١-٢٧٢-٢٧٣-٢٧٤-٢٧٥-٢٧٦-٢٧٧-٢٧٨-٢٧٩-٢٨٠-٢٨١-٢٨٢-٢٨٣-٢٨٤-٢٨٥-٢٨٦-٢٨٧-٢٨٨-٢٨٩-٢٩٠-٢٩١-٢٩٢-٢٩٣-٢٩٤-٢٩٥-٢٩٦-٢٩٧-٢٩٨-٢٩٩-٣٠٠-٣٠١-٣٠٢-٣٠٣-٣٠٤-٣٠٥-٣٠٦-٣٠٧-٣٠٨-٣٠٩-٣١٠-٣١١-٣١٢-٣١٣-٣١٤-٣١٥-٣١٦-٣١٧-٣١٨-٣١٩-٣٢٠-٣٢١-٣٢٢-٣٢٣-٣٢٤-٣٢٥-٣٢٦-٣٢٧-٣٢٨-٣٢٩-٣٣٠-٣٣١-٣٣٢-٣٣٣-٣٣٤-٣٣٥-٣٣٦-٣٣٧-٣٣٨-٣٣٩-٣٤٠-٣٤١-٣٤٢-٣٤٣-٣٤٤-٣٤٥-٣٤٦-٣٤٧-٣٤٨-٣٤٩-٣٥٠-٣٥١-٣٥٢-٣٥٣-٣٥٤-٣٥٥-٣٥٦-٣٥٧-٣٥٨-٣٥٩-٣٦٠-٣٦١-٣٦٢-٣٦٣-٣٦٤-٣٦٥-٣٦٦-٣٦٧-٣٦٨-٣٦٩-٣٧٠-٣٧١-٣٧٢-٣٧٣-٣٧٤-٣٧٥-٣٧٦-٣٧٧-٣٧٨-٣٧٩-٣٨٠-٣٨١-٣٨٢-٣٨٣-٣٨٤-٣٨٥-٣٨٦-٣٨٧-٣٨٨-٣٨٩-٣٩٠-٣٩١-٣٩٢-٣٩٣-٣٩٤-٣٩٥-٣٩٦-٣٩٧-٣٩٨-٣٩٩-٤٠٠-٤٠١-٤٠٢-٤٠٣-٤٠٤-٤٠٥-٤٠٦-٤٠٧-٤٠٨-٤٠٩-٤١٠-٤١١-٤١٢-٤١٣-٤١٤-٤١٥-٤١٦-٤١٧-٤١٨-٤١٩-٤٢٠-٤٢١-٤٢٢-٤٢٣-٤٢٤-٤٢٥-٤٢٦-٤٢٧-٤٢٨-٤٢٩-٤٣٠-٤٣١-٤٣٢-٤٣٣-٤٣٤-٤٣٥-٤٣٦-٤٣٧-٤٣٨-٤٣٩-٤٤٠-٤٤١-٤٤٢-٤٤٣-٤٤٤-٤٤٥-٤٤٦-٤٤٧-٤٤٨-٤٤٩-٤٥٠-٤٥١-٤٥٢-٤٥٣-٤٥٤-٤٥٥-٤٥٦-٤٥٧-٤٥٨-٤٥٩-٤٦٠-٤٦١-٤٦٢-٤٦٣-٤٦٤-٤٦٥-٤٦٦-٤٦٧-٤٦٨-٤٦٩-٤٧٠-٤٧١-٤٧٢-٤٧٣-٤٧٤-٤٧٥-٤٧٦-٤٧٧-٤٧٨-٤٧٩-٤٨٠-٤٨١-٤٨٢-٤٨٣-٤٨٤-٤٨٥-٤٨٦-٤٨٧-٤٨٨-٤٨٩-٤٩٠-٤٩١-٤٩٢-٤٩٣-٤٩٤-٤٩٥-٤٩٦-٤٩٧-٤٩٨-٤٩٩-٥٠٠-٥٠١-٥٠٢-٥٠٣-٥٠٤-٥٠٥-٥٠٦-٥٠٧-٥٠٨-٥٠٩-٥١٠-٥١١-٥١٢-٥١٣-٥١٤-٥١٥-٥١٦-٥١٧-٥١٨-٥١٩-٥٢٠-٥٢١-٥٢٢-٥٢٣-٥٢٤-٥٢٥-٥٢٦-٥٢٧-٥٢٨-٥٢٩-٥٣٠-٥٣١-٥٣٢-٥٣٣-٥٣٤-٥٣٥-٥٣٦-٥٣٧-٥٣٨-٥٣٩-٥٤٠-٥٤١-٥٤٢-٥٤٣-٥٤٤-٥٤٥-٥٤٦-٥٤٧-٥٤٨-٥٤٩-٥٥٠-٥٥١-٥٥٢-٥٥٣-٥٥٤-٥٥٥-٥٥٦-٥٥٧-٥٥٨-٥٥٩-٥٦٠-٥٦١-٥٦٢-٥٦٣-٥٦٤-٥٦٥-٥٦٦-٥٦٧-٥٦٨-٥٦٩-٥٧٠-٥٧١-٥٧٢-٥٧٣-٥٧٤-٥٧٥-٥٧٦-٥٧٧-٥٧٨-٥٧٩-٥٨٠-٥٨١-٥٨٢-٥٨٣-٥٨٤-٥٨٥-٥٨٦-٥٨٧-٥٨٨-٥٨٩-٥٩٠-٥٩١-٥٩٢-٥٩٣-٥٩٤-٥٩٥-٥٩٦-٥٩٧-٥٩٨-٥٩٩-٦٠٠-٦٠١-٦٠٢-٦٠٣-٦٠٤-٦٠٥-٦٠٦-٦٠٧-٦٠٨-٦٠٩-٦١٠-٦١١-٦١٢-٦١٣-٦١٤-٦١٥-٦١٦-٦١٧-٦١٨-٦١٩-٦٢٠-٦٢١-٦٢٢-٦٢٣-٦٢٤-٦٢٥-٦٢٦-٦٢٧-٦٢٨-٦٢٩-٦٣٠-٦٣١-٦٣٢-٦٣٣-٦٣٤-٦٣٥-٦٣٦-٦٣٧-٦٣٨-٦٣٩-٦٤٠-٦٤١-٦٤٢-٦٤٣-٦٤٤-٦٤٥-٦٤٦-٦٤٧-٦٤٨-٦٤٩-٦٥٠-٦٥١-٦٥٢-٦٥٣-٦٥٤-٦٥٥-٦٥٦-٦٥٧-٦٥٨-٦٥٩-٦٦٠-٦٦١-٦٦٢-٦٦٣-٦٦٤-٦٦٥-٦٦٦-٦٦٧-٦٦٨-٦٦٩-٦٧٠-٦٧١-٦٧٢-٦٧٣-٦٧٤-٦٧٥-٦٧٦-٦٧٧-٦٧٨-٦٧٩-٦٨٠-٦٨١-٦٨٢-٦٨٣-٦٨٤-٦٨٥-٦٨٦-٦٨٧-٦٨٨-٦٨٩-٦٩٠-٦٩١-٦٩٢-٦٩٣-٦٩٤-٦٩٥-٦٩٦-٦٩٧-٦٩٨-٦٩٩-٧٠٠-٧٠١-٧٠٢-٧٠٣-٧٠٤-٧٠٥-٧٠٦-٧٠٧-٧٠٨-٧٠٩-٧١٠-٧١١-٧١٢-٧١٣-٧١٤-٧١٥-٧١٦-٧١٧-٧١٨-٧١٩-٧٢٠-٧٢١-٧٢٢-٧٢٣-٧٢٤-٧٢٥-٧٢٦-٧٢٧-٧٢٨-٧٢٩-٧٣٠-٧٣١-٧٣٢-٧٣٣-٧٣٤-٧٣٥-٧٣٦-٧٣٧-٧٣٨-٧٣٩-٧٤٠-٧٤١-٧٤٢-٧٤٣-٧٤٤-٧٤٥-٧٤٦-٧٤٧-٧٤٨-٧٤٩-٧٥٠-٧٥١-٧٥٢-٧٥٣-٧٥٤-٧٥٥-٧٥٦-٧٥٧-٧٥٨-٧٥٩-٧٦٠-٧٦١-٧٦٢-٧٦٣-٧٦٤-٧٦٥-٧٦٦-٧٦٧-٧٦٨-٧٦٩-٧٧٠-٧٧١-٧٧٢-٧٧٣-٧٧٤-٧٧٥-٧٧٦-٧٧٧-٧٧٨-٧٧٩-٧٨٠-٧٨١-٧٨٢-٧٨٣-٧٨٤-٧٨٥-

نانونون جريام - جريام، في إنتشار
الغازات ١٠٩
نانونون جري ١٠٥، ٤٠٤
نانونون شارل ٥٠١، ٤٠٤
نانونون الغاز المثالي ٤٠٤
نانونون قبل ٢٧٤
نانونون مُوك ١٢٢
ناتين، بلاتين ٣٥٤
نفسك، التجمعة ٢٥٢، ٢٦٦
نقار، قبائل مُسرِع السُكُوم ٣٨٢
نقدرة، الشغل ١٢٢
نقدرة التجارية ٢١
نريبات ~ ١٤٤
نرخات ~ ١٤٢، ١٢٢
نخعات ~ ١٦٠
نقدرة التمسك ١٣٥
~ والخلايا القلانية
النصونية ١٣٤
~ والنشويات ١١٥
~ ونخعات الففرة ١١٠
نقدرة الكهربائية ١٣٤، ٢٢٢
نقدرة أيضا الطاقة
نقدرة ٢٢٢
نقدرة العودة ١٨٢
نقدرة التكلفة ٢٢٦
نقدرة الغرض
نقدرة ٣٥٤
~ وسنك الزيمورا ٣٧٩
هيكل ~ ٢٥٢، ٢٦٦
نقدرة الاستيعاب ٣٥٩، ٣٥٨
نقدرة ٢٠٤
نقدرة ٢٢٦
(أنظر أيضا القردة)
نقدرة ٢٧٥
نقدرة (في العين) ٢٠٤
نقدرة الأرضية ٢١٠، ٢١٢
٢١٤
نقدرة القارية ٢١٠
نقدرة التمسكية ٢١٠
نقدرة ٢٢٢، ٢٢٨، ٢٢٦
نقدرة ٣٥٠
نقدرة، محار، دُبل
دُبل الشلاخ ٢٢١
قُفوف البصر ٢٢٥، ٢٢٥، ٢٢٢
قُفوف البصر ٢٢٢، ٢٢٢
قنابر رؤوس البز ٢٢٦
القنابر ٢٢٥
نفاذ البصر ٢٢٥
قُوِي قلة الموهوبات ٢٧٩
قُوِي نجمي ٢٨٠
القواسم الكهربائية ١٦١
القوارير
أسنان ~ ٢٤٤، ٢٢٤
نقدية ٢٤٢
القوارير الزجاجية ١١٠
القوامع (الاسنان الامامية) ٣٤٤
القواعد ٧٢، ١٠٠
القوامع ٢٢١
نُصنيف ٢١٠
حركة ~ ٢٥٦
القُويرة المويّة في ~ ٢٤٩
قوابع شامليّة (بريويكل) ٢٨٥
القوامع الجنبية للارض

بيتيات ~ ٣٨٢
نرجات الحرارة في ~ ~
٢٥١
الفضول في ~ ~ ٢١١
الجال المغنطيسي لـ ~ ~
٢١٢
القُطب الجنوبي للمغنطيس ١١٤
القُطب الشمالي
بيتيات ~ ٣٨٢
نرجات الحرارة في ~ ~ ٢٥١
مُصول ~ ٢١١
تجال ~ المغنطيسي ٢١٢
القطب
كُجود ~ ٢٩٩
خولن ~ ٣٥٨
الروائيات في ~ ٢٦٥
الفلن ١٠٧
قُفوف الجلد (مُشعريرة) ٣٥٠
الفلانس الجليدي ٢٢٨-٢٢٩
~ والثلج ٢٦١
~ على المربع ٢٨٩
~ في العصر الجليدي ٢٤٦
النظ ٢٥٤، ٢٤٩
القنوات ٧١-٧٠
صناعة ٩٤
قياس القُوَّة ٧٢
الغرض (قعر الأرض) ٢٨٨، ١٩٤
لوحه ٢٨٨
جانبية ١٢٢
مُحسوف ٢٨٥، ٢٠١
مُحر ٢٨٧
زُراد ~ ٢٠٢، ٢٩٩، ٧٤
الشواير القضائية إل ~ ٢٨٨، ٣٠١
٣٠١
~ وعلم الفلك القديم ٢٩٦
إل والجُور وجانبية ~ ٢٢٥
هالات ~ ٢١٩، ٢٢٠
~ وفاد ~ ٢٢٢
المُترة الشظية ٢٠٦
القياسات ٢٨٠، ٢١٩
مُفك ٢٥٤
القنابل الذرية ١٢٧
القنابل النووية ١٢٧
قنابل البصر ٢٢٥، ٢٢٥، ٢٢٢
قنابر رؤوس البز ٢٢٦
القنابر ٢٢٥
نفاذ البصر ٢٢٥
قُوِي قلة الموهوبات ٢٧٩
قُوِي نجمي ٢٨٠
القواسم الكهربائية ١٦١
القوارير
أسنان ~ ٢٤٤، ٢٢٤
نقدية ٢٤٢
القوارير الزجاجية ١١٠
القوامع (الاسنان الامامية) ٣٤٤
القواعد ٧٢، ١٠٠
القوامع ٢٢١
نُصنيف ٢١٠
حركة ~ ٢٥٦
القُويرة المويّة في ~ ٢٤٩
قوابع شامليّة (بريويكل) ٢٨٥
القوامع الجنبية للارض

القُوَّة الجايئة ١٢٥
قُوَّة باعثة كهربائية (جهدك)
١٠٠-٥٩
القُوَّة القوية والواحدة ١١٥
القُوَّة الكُتْرِبائية ١١٦
قُوَّة مُضَعَّفة ١٢١، ١٣٠
القُوَّة الثابتة ١٢٥، ٢١١
قوس مُرَج ٢١٢، ٢٠٢
قُوَّة الأذن الداخلية ١١٨، ١٢٨
القُوَّة ١١٢
خُجف ~ ومُحسَّناتها ١١٦
حقائق ومعلومات عن ~ ٤٠٨-٩
٩
قُوِي الاحتكاك ١٢١
قُوِي الامتزازات ١٢٦
والشُصاع ١١٩
قُوِي الجاذبية ١٢٢
~ والحركة ١٢٠
~ والحركة الدائرية ١٢٥
~ والسرعة ١٢٢
والشغل ١٢٢
قُوِي الضغط ١٢٧
قُوِي الطفر والغوص ١٢٩
قُوِي التمدد ١٢٠-١٢٠
قياس ١٢٣
قُوِي التماس ١١٥
قُوِي الدوران والتدوير ١٢٤
القُوِي في الموائع ١٢٨
قُوِي اللاتلاص ١١٥
القُوِي التوازنية ١١٧
القُوِي السُوَّية ١١٥
قياس ١١٥
~ المشوت ١٨٠
~ القُوِي ١٢٣
القياسات الإمبراطورية ٤٠٦
القياسات البشرية ٤٠٩
ك
الكائنات الحي ٢٠٥-٢٢٧
تصنيف ٢١٠-٢١٠
٢١٠-٢١٠
تطوّر ~ ٢٠٨-٩
حقائق ومعلومات عن ~
٢٢٥-٢٢٠
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~ ~
~ ~

[illegible]

[illegible]

[illegible]